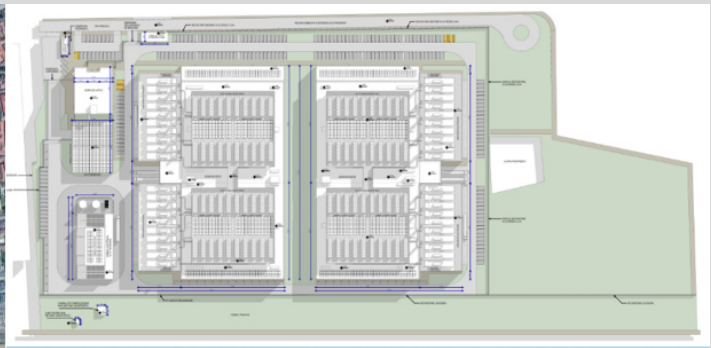


4.2 ATMOSFERA

INDICE

4.2 ATMOSFERA 2
4.2.1 PREMESSA 2
4.2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI IN MATERIA DI QUALITÀ DELL'ARIA 4
4.2.3 AREA DI INDAGINE 4
4.2.4 CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE DI QUALITÀ DELL'ARIA NELL'AREA DI STUDIO 6
4.2.5 DATI METEOROLOGICI 11
4.2.6 SCENARI EMISSIVI 21
4.2.7 SIMULAZIONE DELLA DISPERSIONE DI INQUINANTI 42
4.2.8 STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA PREVISTO DALLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE 44
4.2.9 CONCLUSIONI 50
4.2.10 APPENDICE 51
4.2.11 BIBLIOGRAFIA 57
4.2- A ALLEGATO CARTOGRAFICO 60

Il presente studio è stato predisposto con la collaborazione di Arianet Srl, nelle persone di:

- *dott.ssa E. Specchia,*
- *dott.ssa C. Pozzi,*
- *dott. U. Giuriato.*

Firmato digitalmente da
MAURO MONTRUCCHIO
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Asti
e-mail = mauro.montrucchio@ramse.it

4.2 ATMOSFERA

4.2.1 PREMESSA

Il presente paragrafo è finalizzato alla preliminare valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria determinati dalla realizzazione ed esercizio del Data Center in progetto in Comune di Vittuone (MI).

In particolare in fase di esercizio i rilasci in atmosfera sono limitati alle emissioni connesse alle prove periodiche e alle attività di manutenzione dei gruppi elettrogeni di emergenza. A queste, solo nel caso si verificasse un evento accidentale con interruzione della fornitura di energia elettrica, potrebbero aggiungersi le emissioni dovute alla produzione elettrica dei suddetti impianti.

In condizioni di normale funzionamento, l'alimentazione elettrica del Data Center è infatti garantita dalla connessione mediante doppio elettrodotto AT in cavo interrato alla stazione elettrica Terna Poglianasca in Comune di Arluno facente parte della rete elettrica nazionale.

La potenziale variazione dello stato di qualità attuale dell'aria in conseguenza delle emissioni dei gruppi elettrogeni è stata analizzata mediante l'applicazione di simulazioni modellistiche per lo studio della dispersione e ricaduta al suolo degli inquinanti in atmosfera. I risultati ottenuti dalle simulazioni modellistiche sono stati comparati allo stato di qualità attuale della componente ed ai valori indicati dalle pertinenti normative poste a tutela dall'inquinamento atmosferico.

La dispersione degli inquinanti in atmosfera viene spesso simulata con modelli semplificati (gaussiani rettilinei e stazionari) che consentono di affrontare agevolmente studi su lunghi periodi temporali (tipicamente 1 anno) e la quantificazione dell'impatto atmosferico di un impianto in forma sia di tabelle sia di mappe d'iso-concentrazione sul territorio circostante, con tutti gli standard di qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente relativi alle diverse specie chimiche considerate. Questo approccio è, in genere, adottato per controllare l'impatto massimo dei rilasci e fornisce, su lunghi periodi, risultati in linea con le osservazioni delle reti di rilevamento della qualità dell'aria, ma solo nelle situazioni meteorologiche e diffusive semplici. Le simulazioni con i modelli gaussiani forniscono invece, in molte situazioni più complesse, risultati poco realistici per diversi motivi, tra i quali:

- inadeguatezza nel trattare l'orografia;
- impossibilità di riprodurre le situazioni di calma di vento;
- incapacità di seguire correttamente l'evoluzione temporale delle emissioni in atmosfera – fenomeni fortemente non stazionari e non omogenei (transitori, brezze, ricircolo dei pennacchi, …) non possono essere tenuti in considerazione;
- non sono previste variazioni spaziali delle variabili meteorologiche: per esempio la direzione del trasporto degli inquinanti è una sola in tutto il dominio di calcolo.

Di conseguenza, lo studio d'impatto atmosferico in situazioni più complesse richiede l'applicazione di modelli tridimensionali in grado di ricostruire in maniera più precisa la dinamica dell'evoluzione degli inquinanti all'interno del flusso atmosferico, che possono fornire risultati più accurati, in particolare ai fini della valutazione degli impatti sanitari sulla popolazione.

Per la realizzazione dello studio di impatto del Data Center, si è deciso l'utilizzo del modello di dispersione lagrangiano a particelle SPRAY.
Il vantaggio dell'impiego di un modello di dispersione lagrangiano a particelle, come il codice SPRAY, sviluppato da ARIANET e utilizzato nel presente studio, rispetto ad altri modelli (come per es. CALPUFF, modello gaussiano a puff) è legato alla necessità di seguire l'evoluzione dei pennacchi emessi in maniera più realistica possibile, seguendo in modo esplicito la tridimensionalità della meteorologia e della turbolenza in ogni punto e non solo in corrispondenza del baricentro dello stesso pennacchio.
Questo consente per esempio di simulare fenomeni quali la separazione verticale di porzioni del pennacchio in presenza di forti variazioni della direzione del vento ("shear") o di circolazioni a regime di brezza. Infine, SPRAY consente una separazione dei contributi che le diverse sorgenti o comparti emissivi danno sul campo di concentrazioni totali, permettendo rapidamente il calcolo della eventuale ripartizione percentuale di ognuno.

Lo studio prevede la ricostruzione, su base annuale, dell'impatto dei generatori di emergenza in termini di concentrazione in aria per gli inquinanti previsti nel D.Lgs.155/2010, emessi da tutte le sorgenti del Data Center nelle ordinarie fasi test manutentivi. Viene inoltre analizzato lo scenario emergenziale in cui i generatori restano in attività in seguito ad eventi accidentali che comportino l'interruzione della fornitura elettrica principale (realizzata direttamente da Terna). Nello scenario di manutenzione, l'impatto dell'impianto viene ricostruito tenendo conto delle emissioni medie derivate da un regime di funzionamento reale e rappresenta la situazione di emissione in condizioni tipiche di funzionamento dell'impianto. Nello scenario emergenziale, si stimano le emissioni considerando cautelativamente la situazione peggiore registrata in Italia in termini di durata del blackout, pari a 16 ore. Per gli inquinanti in esame vengono presi in considerazione i limiti in immissione definiti dal D.Lgs. 155/2010, confrontando i risultati delle modellazioni con i valori di riferimento stabiliti dalla normativa.

Il presente rapporto descrive la metodologia e i risultati ottenuti relativamente allo studio modellistico per l'anno meteorologico 2022. Sono illustrati nel dettaglio i dati e i metodi utilizzati per costruire le componenti in input al sistema modellistico, ovvero la meteorologia e le emissioni, nonché i risultati in termini di indicatori, sul territorio considerato, per gli inquinanti presi in considerazione. Tali indicatori vengono illustrati in forma di mappe sul territorio, definite all'interno del dominio di calcolo considerato e riportati nell'Allegato 4.2-A.

Lo studio condotto si articola nei passi:

- richiami dei pertinenti riferimenti normativi in materia di qualità dell'aria (paragrafo 4.2.2 seguente),
- definizione dell'area di indagine e della risoluzione modellistica adottata (paragrafo 4.2.3),
- analisi dello stato di qualità dell'aria nell'area in analisi (paragrafo 4.2.4),
- ricostruzione meteorologica tridimensionale sull'area (della quale sono descritte le procedure e i dati utilizzati al paragrafo 4.2.5),
- descrizione degli scenari emissivi (paragrafo 4.2.6)
- descrizione delle metodologie di calcolo applicate e presentazione dei risultati delle simulazioni modellistiche relative ai diversi scenari emissivi (paragrafo 4.2.7)
- formulazione delle valutazioni conclusive circa lo studio condotto (paragrafo 4.2.8)

In Appendice vengono descritti con maggiore dettaglio i contenuti della tecnologia modellistica utilizzata per la simulazione meteo-dispersiva alla risoluzione finale adottata, contenuta nel pacchetto *ARIA Impact 3D*, di cui il modello di dispersione SPRAY fa parte.

4.2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI IN MATERIA DI QUALITÀ DELL'ARIA

La *Tabella 4.2.2-1* illustra i valori di riferimento riportati nel D.Lgs. 155/2010 per le concentrazioni in aria dei parametri: NO_2, NOx, CO, PM10 e PM2.5.

Per quanto riguarda le concentrazioni in aria ambiente di NH_3, non sono attualmente presenti valori limite o standard da rispettare a livello nazionale. Pertanto, per tale parametro sono stati presi in considerazione i valori guida/obiettivo riconosciuti a livello internazionale, nello specifico, il valore limite giornaliero definito dal Ministero dell'Ambiente dell'Ontario e il valore limite annuale definito dell'agenzia ambientale del Regno Unito, come riportato sempre nella *Tabella 4.2.2-1*.

Tabella 4.2.2-1 Valori di riferimento per le concentrazioni in aria di inquinanti

Parametro	Descrizione valore di riferimento	Indicatore statistico	Valore
NO_X	Valore limite per la protezione della vegetazione	media annuale	30 µg/m^3
NO_2	Limite orario per la protezione della salute umana	media oraria	200 µg/m^3 da non superare più di 18 volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	media annuale	40 µg/m^3
PM10	Limite annuale per la protezione della salute umana	media annuale	40 µg/m^3
	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	media giornaliera	50 µg/m^3 da non superare più di 35 volte per anno civile
PM2.5	Limite annuale per la protezione della salute umana	media annuale	25 µg/m^3
CO	Limite per la protezione della salute umana	massimo giornaliero della media mobile su otto ore	10 mg/m^3
NH_3	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	media giornaliera	100 µg/m^3
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	media annuale	180 µg/m^3

4.2.3 AREA DI INDAGINE

4.2.3.1 CARATTERISTICHE METEO-CLIMATICHE DELL'AREA

Il comune di Vittuone presenta le caratteristiche climatiche tipiche delle zone temperate sub-continentali, con inverni rigidi ed estati calde. Le precipitazioni sono poco abbondanti con massimi da ottobre a novembre e da maggio a giugno, e minimi a gennaio e tra luglio e settembre. L'escursione termica stagionale è molto elevata.

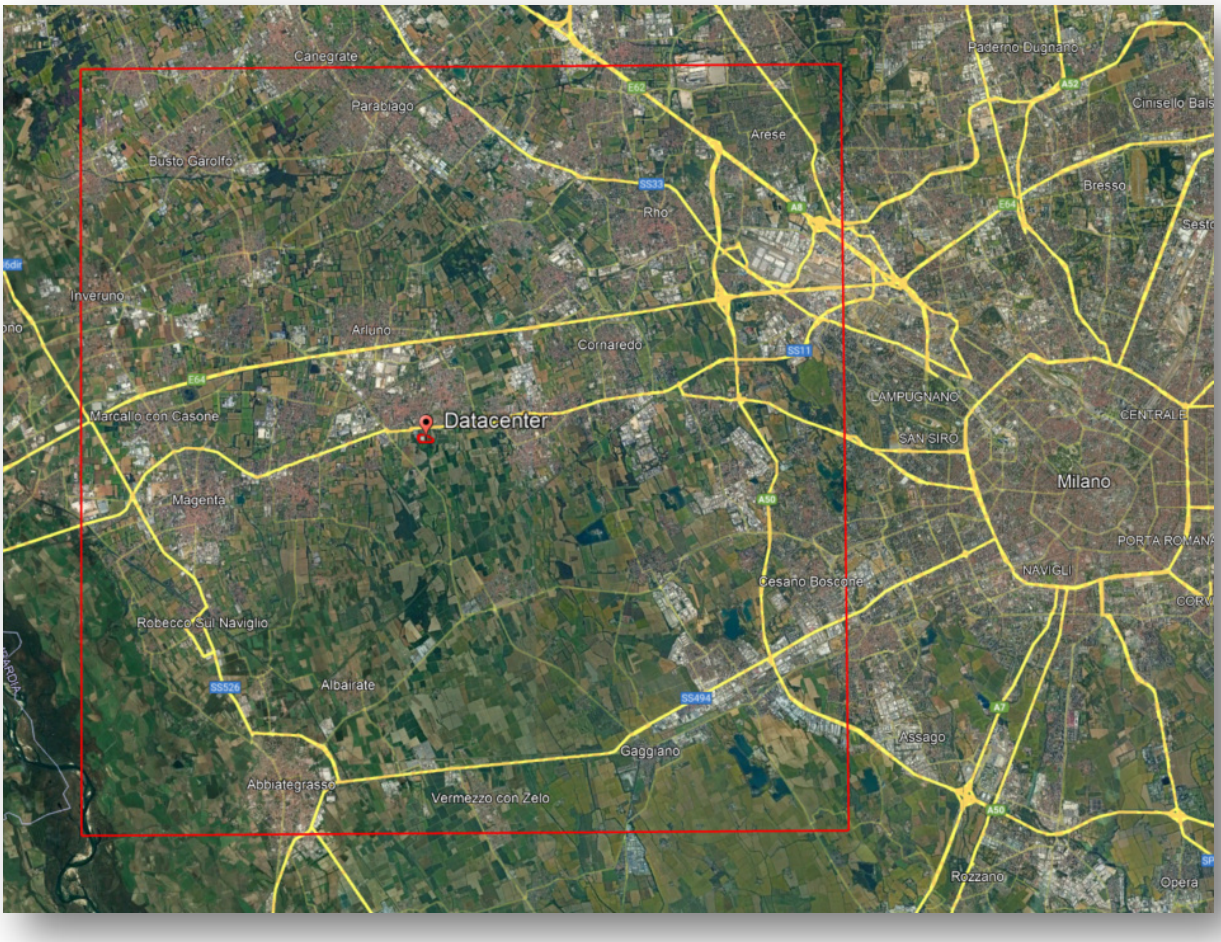
Il sito di analisi è collocato nel Bacino Padano. L'area della Pianura Padana è delimitata dagli Appennini a sud, dalle Alpi a nord e ovest, mentre a est dal Mar Adriatico. La presenza delle

Alpi in particolare comporta un contenimento delle correnti dal Nord Europa. La conseguente stagnazione dell'aria nel Bacino Padano aumenta i tempi necessari per la dispersione delle sostanze inquinanti.

4.2.3.2 DOMINIO DI CALCOLO

Il dominio di calcolo considerato per effettuare le simulazioni di dispersione e l'analisi degli impatti atmosferici è riportato *Figura 4.2.3-1* in cui è indicata anche la posizione del data center. Si tratta di un quadrato di 20x20 km^2, con una risoluzione orizzontale di 100 m, per un totale di 200x200 punti. La risoluzione orizzontale scelta è compatibile con la durata delle simulazioni su scala annuale da eseguire ed in grado di fornire un sufficiente dettaglio sia alla scala complessiva considerata sia alla scala di dettaglio in prossimità dell'impianto. Il dominio ha come coordinate (x,y) del vertice Sud Ovest, nel sistema di proiezione UTM-WGS 84 (fuso 32 N) il punto (488000 m, 5026000 m). L'estensione verticale del dominio di simulazione per la ricostruzione meteorologica è di 5000 m con i seguenti 21 livelli di calcolo sopra l'orografia espressi in metri:
0. 10. 25. 80. 140. 250. 300. 400. 500. 600. 750. 900. 1100. 1300. 1600. 1900. 2500. 3500. 4000. 4700. 5000.

Figura 4.2.3-1 Dominio di calcolo

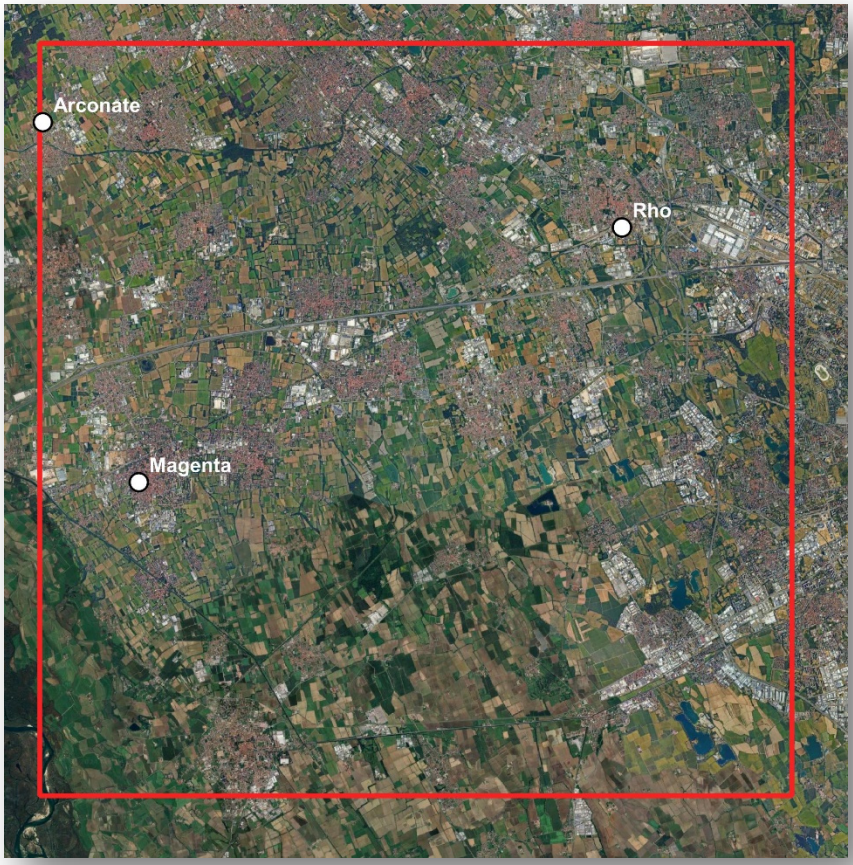


4.2.4 CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE DI QUALITÀ DELL'ARIA NELL'AREA DI STUDIO

4.2.4.1 MISURE DI CONCENTRAZIONE

In corrispondenza del dominio di calcolo (descritto in dettaglio nel capitolo 4.2.3) ricadono in particolare tre centraline di monitoraggio della qualità dell'aria, il cui posizionamento rispetto al dominio è illustrato in *Figura 4.2.4-1*. Le stazioni di Rho e Arconate sono in particolare stazioni di fondo, mentre quella di Magenta è una stazione da traffico.

Figura 4.2.4-1 Posizionamento delle centraline di monitoraggio in corrispondenza del dominio di calcolo



La *Tabella 4.2.4-1*, dal "Rapporto sulla qualità dell'aria – Provincia di Milano, Anno 2023", mostra l'andamento delle concentrazioni medie annuali di NO_2 nel corso degli ultimi vent'anni nella provincia di Milano. Si può quindi osservare per tutte e tre le stazioni prese in considerazione un trend in diminuzione delle concentrazioni. Nel 2023 nessuna di queste stazioni ha superato il limite previsto dalla normativa per la concentrazione media annuale di NO_2. L'ultimo superamento per queste tre stazioni è stato registrato in particolare a Rho nel 2019, con una media annuale di 41 µg/m^3, rispetto al limite di 40 µg/m^3.

Tabella 4.2.4-1 Concentrazioni medie annuali di NO_2 nella provincia di Milano

Concentrazione di NO2 negli anni: media annuale																														
Stazione	**NO2 - Concentrazione media annuale (µg/m³)**																													
Stazioni del Programma di Valutazione																														
MI-Liguria	85	79	83	79	75	70	64	64	58	64	60	72	78	75	79	63	59	75	77	62	64	68	58	56	45	40	39	42	40	38
MI-Marche	100	98	97	86	89	86	86	83	71	76	83	77	77	76	74	79	73	79	67	57	56	75	67	64	59	57	48	44	**44**	**44**
MI-Pascal															49	60	59	51		43	43	45	43	45	38	37	30	34	35	28
MI-Senato			81	85		75	69	67	70	68	61	58	69	66	61	73	65	64	52	56	59	57	56	54	49	45	41	42	38	35
MI-Verziere	87	88	89	83	85	70	76	72	66	58	58	60	58	57	49	56	50	57	51	53	47	48	48	48	46	40	37	35	35	32
Arconate							38	36	32	33	35	37	35	3[illegible]	28	31	28	31	20	25	19	20	24	24	22	25	20	19	20	20
Cassano													62	44	46	36		52	48	41	34	37	49	46	37	32	34	30	28	33
Cinisello B.	94	88	78	82	83	76	75	80	68	75	71	70	68	66	65	71	75	70	67	63	37	51	56	61	54	49	40	49	**45**	**42**
Cormano		68	85	74	70	66	68	72	62	58	53	61	55	51	64	62	61	67	54	48	40	47	45	48	41	45	35	37	38	34
Limito	67	65	65	65	64	61	58	56	52	49	46	51	50	43	39	38	34	38	36	31	31	42	46		34	34	30	32	31	28
Motta V.						23	25	36	34	32	35	33	32	29	30	29	24	28	31	25	22	23	25	29	22	22	22	21	21	18
Rho	81	71	75	75	68	63	68	65	66	59	55	49	46	54	54	55	52	56	50	47	43	52	44	46	35	41	39	34	33	35
San Giuliano		99	69	71	73		56	56	56	60	63	59	57	54	49	47	47	48	50	44	47		40	47	38	43	36	34	34	31
Sesto S. G.	85	81	86	80	73	62	67	72	64	61	63	62	75	65	56	56	64	68	64	54	51	60	43		43	42	38	42	40	38
Turbigo	54	54	45	60	67	59	53	44	52	47	50	52	46	27	27	34	26	27	24	24	21	24	22	23	22	23	19	19	19	16
Magenta			70	63	65	57	57	59	63	61	49	45	42	43	54	41	41	46	42	37	34	35	34	42	39	35	29	31	32	28
Altre stazioni																														
Robecchetto	*68*	*50*	*57*	*57*	*82*	*64*	*52*	*44*	*47*	*46*	*49*	*52*		*38*	*52*	*44*	*25*	*30*	*33*	*25*	*22*	*26*	*25*	*25*	*23*	*23*	*18*	*21*	*20*	
Trezzo								*47*	*46*	*41*	*44*	*35*	*35*	*37*	*33*	*29*	*30*	*30*	*30*	*32*			*39*	*39*	*27*	*40*	*21*	*24*	*23*	*23*
Anno	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023

Infine, la *Tabella 4.2.4-2* presa dal "Rapporto sulla qualità dell'aria – Provincia di Milano, Anno 2023", mostra l'andamento delle concentrazioni medie annuali di PM_{10} e $PM_{2.5}$ nel corso degli ultimi vent'anni nella provincia di Milano. Presso Magenta si evidenzia in particolare un andamento piuttosto stabile delle concentrazioni medie annuali di PM_{10} tra il 2018 e il 2022, con valori medi annuali inferiori al limite di legge. Nel 2023 la concentrazione risulta la più bassa della serie temporale, pari a 27 µg/m³.

Tabella 4.2.4-2 Concentrazioni medie annuali di PM_{10} e $PM_{2.5}$ nella provincia di Milano

Concentrazioni di PM10 e PM2.5 negli anni: media annuale																														
Stazione		**PM10 e PM2.5-Concentrazione media annuale (µg/m³)**																												
Stazioni del Programma di Valutazione																														
PM10	MI-Pascal											45	46	37	47	44	38	36	42	38	40	31	29	32	30	32	27			
	MI-Senato											46	45	41	50	43	38	34	40	35	40	34	34	36	37	39	32			
	MI-Verziere					59	53	50	50	52	50	42	44	41	50	42	35	33	40	34	38	33	29	32	27	31	23			
	MI-Marche																					35	35	35	32	37	30			
	Cassano									56	47	48	44	40	47		42	32	35	31	34	31	32	28	29	29	27			
	Limito	47	48	48	46	50	54	46	50	56	51	43	47	38	46	37	41	33	39	34	36	32	31	34	28	30	27			
	Magenta	52	49	49	49	53	56	49		45	47	41	42	36	45	44	39	32	41	33	39	31	30	35	32	35	27			
	Turbigo													34	36	29	28	29	37	28	31	26	25	25	25	26	22			
PM2.5	MI-Pascal											31	30	25	33	30	31	26	32	28	29	23	21	22	20	20	16			
	MI-Senato																30	25	29	25	27	23	21	25	24	26	21			
	Sesto S. G.																				28	22	21	22	19	23	16			
	MI-Marche																									19	18			
	Anno	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023			

4.2.4.2 MAPPE DI CONCENTRAZIONE DI FONDO

La configurazione modellistica utilizzata per caratterizzare il fondo di concentrazione dell'area in esame si basa sul codice fotochimico FARM (Flexible Air quality Regional Model) alla risoluzione orizzontale di 12 km. Le concentrazioni di fondo scaturiscono dalla totalità delle attività emissive presenti sul territorio (es. traffico, riscaldamento domestico, attività industriali, etc.).

FARM è un modello euleriano tridimensionale a griglie multiple sviluppato da ARIANET per la simulazione dei processi fotochimici a diverse scale spaziali ed è comunemente utilizzato per la valutazione delle concentrazioni in aria ambiente degli inquinanti primari e secondari e delle loro deposizioni al suolo. Si tratta di un modello idoneo sia per attività di ricerca sia per studi applicativi. FARM costituisce inoltre il nucleo centrale del Sistema Modellistico Atmosferico MINNI (Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione Internazionale sui temi dell'inquinamento atmosferico), sviluppato nell'ambito della convenzione pluriennale tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ed ENEA. Il modello include anche schemi di "assimilazione dati" in grado di integrare i campi prodotti dal modello con le informazioni sperimentali fornite dalle reti di monitoraggio ed è correntemente impiegato nei sistemi previsionali di diverse Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale.

Le mappe di concentrazione orarie prodotte da FARM a 12 km di risoluzione sono state portate a 1 km di risoluzione utilizzando tecniche di discesa di scala basate sull' algoritmo di Machine Learning Random Forest (Breiman, 2001 – Silibello et al., 2021). Tali tecniche prevedono l'utilizzo dei campi di concentrazione prodotti da FARM come predittori, (insieme ad altri, tra cui matrici di uso del suolo, indice di area fogliare, distanza da strade). Le mappe di concentrazione così prodotte sono state infine interpolate a 100 m di risoluzione ed aggiornate utilizzando tecniche di data fusion sulle misure di concentrazione di specifiche centraline per l'anno 2023 (Silibello et al., 2014).

Ci si è focalizzati su un dominio di calcolo leggermente più esteso rispetto a quello considerato nelle simulazioni modellistiche lagrangiane (descritto in dettaglio nel capitolo 4.2.3), in modo da includere alcune stazioni in più nella trattazione. Sono state considerate in particolare le seguenti centraline di monitoraggio appartenenti alla rete di ARPA Lombardia:

- Rho,
- Magenta,
- Arconate,
- Busto Arsizio,

E la seguente centralina di monitoraggio appartenente alla rete di ARPA Piemonte:

- Cerano.

Nelle figure seguenti (*Figura 4.2.4-2*, *Figura 4.2.4-3*, *Figura 4.2.4-4*, *Figura 4.2.4-5*), sono riportate le mappe di concentrazione di fondo ottenute da FARM con il metodo appena descritto, per le medie annuali di PM_{10} e NO_2, 99.8° percentile orario di NO_2 e 90.4° percentile giornaliero di PM_{10} (regolati dai limiti di legge). Sulle mappe sono indicati anche i valori di concentrazione misurati dalle stazioni di monitoraggio nell'anno 2023, oltre al dominio utilizzato nelle simulazioni lagrangiane.

Le concentrazioni di NO_2 e PM_{10} tendono a raggiungere valori più elevati nella zona orientale del dominio, verso l'area metropolitana di Milano. Sebbene i dati rilevati dalle stazioni di monitoraggio non evidenzino superamenti dei limiti di legge, il campo di concentrazione ottenuto dal modello FARM segnala livelli critici, in particolare per il 90.4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM_{10}. Per questo indicatore si osservano infatti superamenti del limite normativo di 50 µg/m³, diffusi soprattutto nella fascia più orientale del dominio.

Figura 4.2.4-2 Mappa di concentrazione di fondo da FARM per la media annuale di NO_2 e confronto con osservazioni

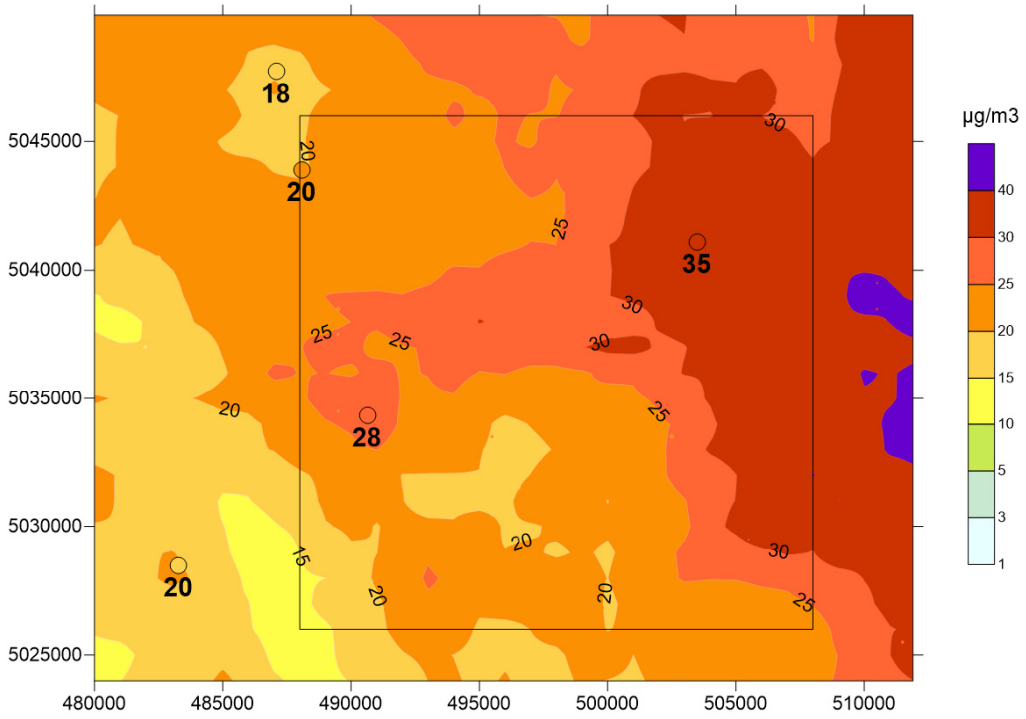


Figura 4.2.4-3 Mappa di concentrazione di fondo da FARM per 99.8 percentile orario di NO_2 e confronto con osservazioni

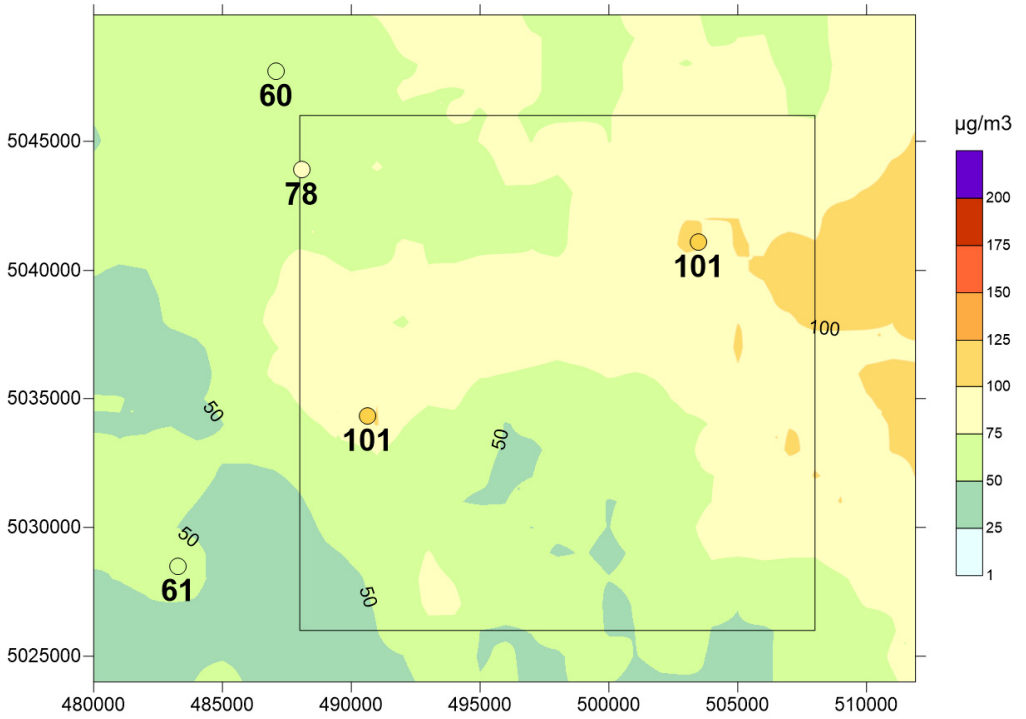


Figura 4.2.4-4 Mappa di concentrazione di fondo da FARM per media annuale di PM_{10} e confronto con osservazioni

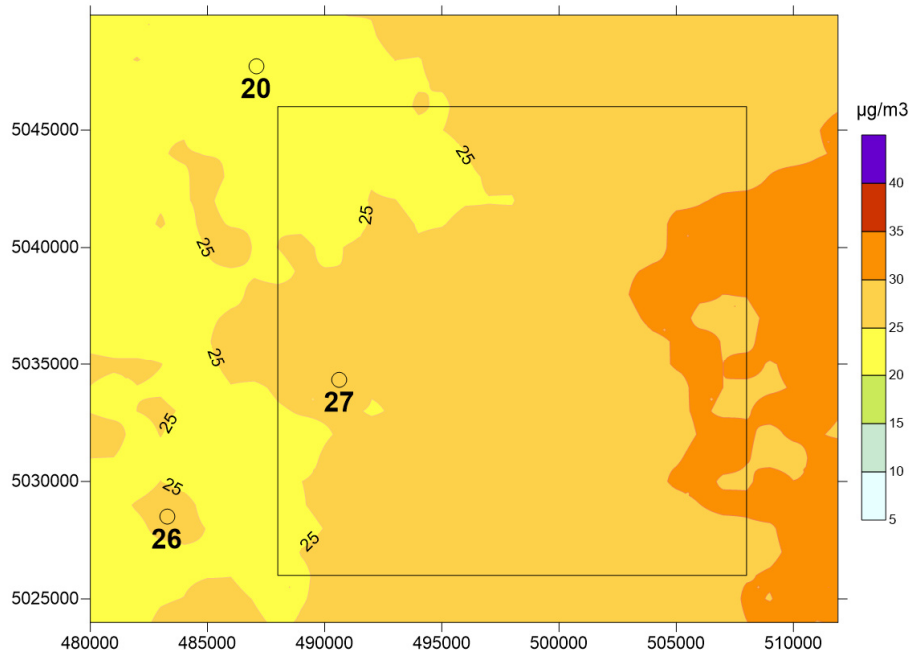
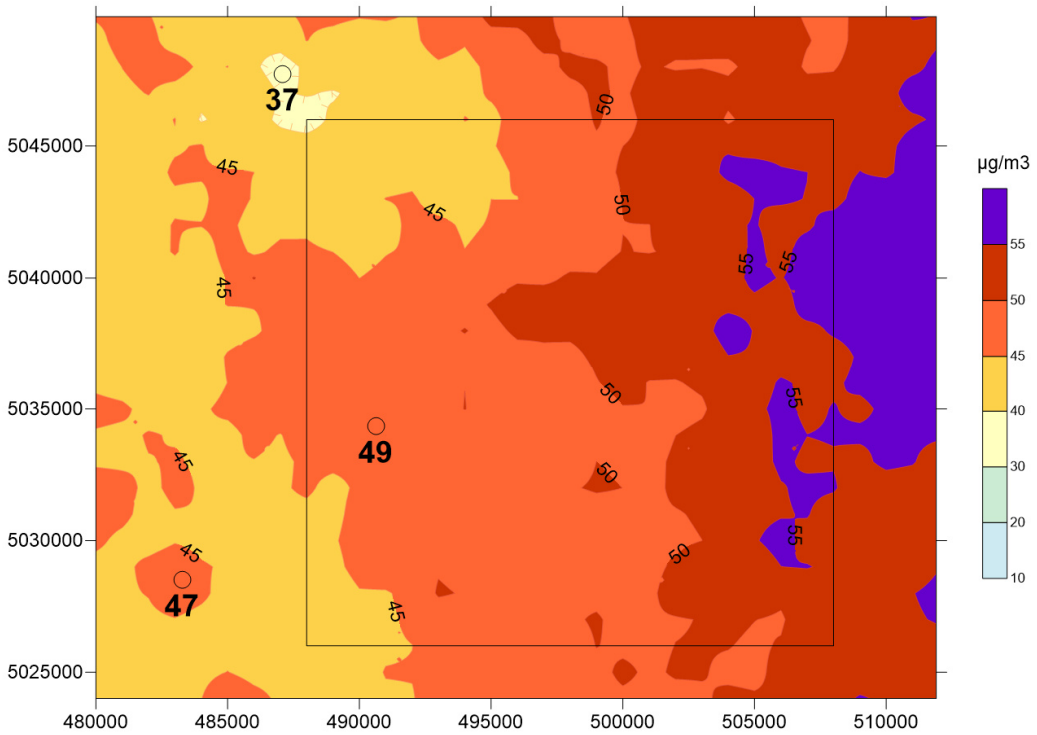


Figura 4.2.4-5 Mappa di concentrazione di fondo da FARM per il 90.4 percentile giornaliero di PM_{10}



4.2.5 DATI METEOROLOGICI

Il sistema modellistico utilizzato per la simulazione della dispersione di inquinanti necessita di campi meteorologici 3D sul dominio di dettaglio con una risoluzione orizzontale di 100 m e su base oraria. In particolare, SPRAY ricostruisce la dispersione degli inquinanti attraverso un elevato numero di particelle indipendenti in grado di rappresentare nel dettaglio, mediante le loro traiettorie, il trasporto e la dispersione di differenti porzioni dei pennacchi emessi. Il modello è quindi in grado di rappresentare con continuità, anche e soprattutto lungo la verticale, la dinamica dei pennacchi; per questo è necessario garantire la coerenza spazio/temporale delle informazioni meteorologiche su base tridimensionale, in modo da evitare una rappresentazione distorta del loro movimento. Da questo punto di vista, un metodo efficace per fornire a SPRAY le informazioni meteorologiche con la coerenza necessaria consiste in una discesa di scala tra diversi modelli.

La configurazione modellistica utilizzata è caratterizzata da una prima ricostruzione sul territorio in esame mediante il codice meteorologico WRF, fino alla risoluzione orizzontale di 3 km. I campi ricostruiti a questa scala, in grado di riprodurre le principali caratteristiche della circolazione locale, subiscono un'ulteriore discesa di scala fino alla risoluzione target di 100 m sul dominio considerato, mediante l'applicazione dei codici Swift (per la ricostruzione dei campi di vento medio a divergenza nulla e di temperatura) e SurfPro (per la ricostruzione della turbolenza). Durante questa discesa di scala, i campi vengono ulteriormente adattati alle condizioni locali tenendo conto dell'orografia e dell'uso del suolo. In questo modo, è stata generata una base di dati meteorologici tridimensionali coerente con le caratteristiche richieste dal modello di dispersione, in grado di ricostruire una situazione statisticamente soddisfacente del flusso atmosferico se confrontata con i dati disponibili nella zona.

4.2.5.1 SIMULAZIONI CON IL CODICE METEOROLOGICO WRF

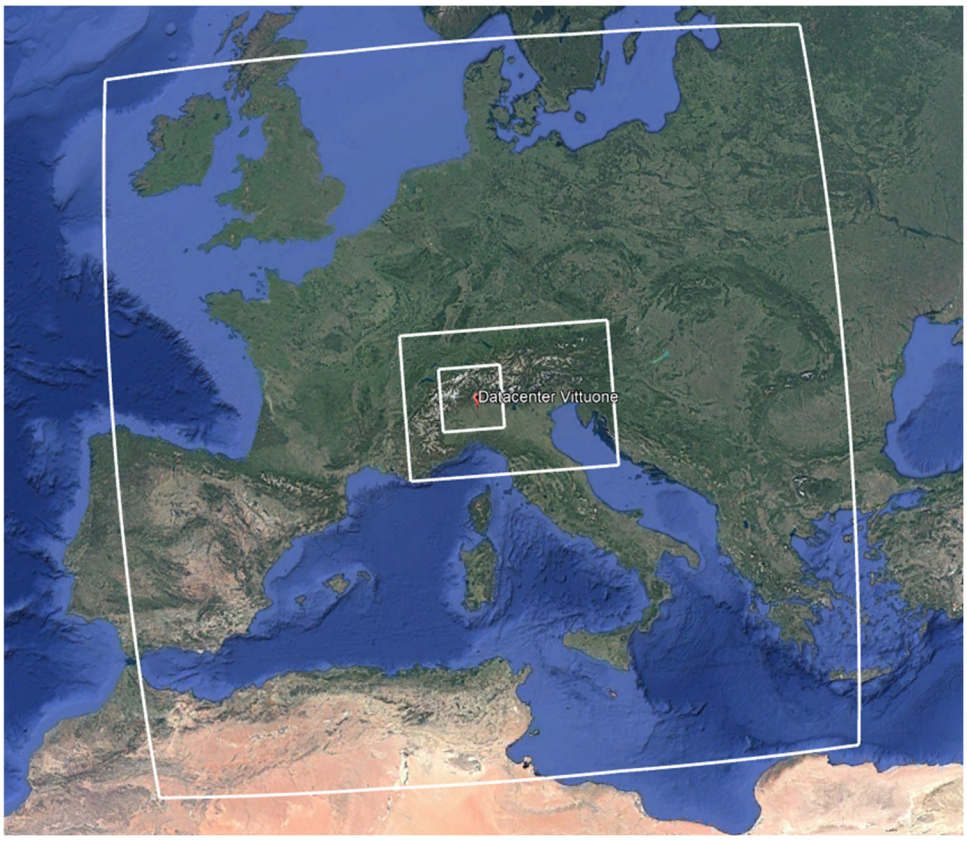
Per la ricostruzione dei campi meteorologici fino alla risoluzione orizzontale di 3 km è stato utilizzato il codice meteorologico WRF (Weather Research Model), sviluppato dal National Center for Atmospheric Research (NCAR), dal National Centers for Environmental Prediction (NCEP) e da altri istituti meteorologici statunitensi (http://www.wrf-model.org/; http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/), distribuito in modalità *open-source*.

WRF è fra i modelli meteorologici ad area limitata che hanno trovato maggior sviluppo ed utilizzo, sia per applicazioni di ricerca che per la previsione meteorologica operativa. Il modello è utilizzato da importanti istituti europei per attività di ricerca e sviluppo e, in ambito italiano, è usato da alcune Agenzie Regionali come ARPA Lazio o ARPA Puglia, in particolare per la generazione di campi meteorologici e micrometeorologici in grado di pilotare simulazioni di previsione di qualità dell'aria.

Utilizzando griglie di calcolo innestate, WRF permette di simulare campi meteorologici tridimensionali alla risoluzione richiesta e su domini di interesse, a partire da dati a scala sinottica, come quelli distribuiti da alcuni servizi meteorologici, quali ad esempio il sopracitato NCEP (http://www.ncep.noaa.gov/) o ECMWF, European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (http://www.ecmwf.int/). L'aumento progressivo della risoluzione spaziale è necessario per risolvere i fenomeni di circolazione indotti delle caratteristiche geografiche e orografiche locali, come ad esempio la circolazione a carattere di brezza in presenza di orografia complessa.

Il periodo in esame, costituito dall'intero anno 2023, è stato ricostruito utilizzando come set di dati al contorno le analisi meteorologiche ERA5 (http://www.ecmwf.int/en/research/climate-reanalysis/browse-reanalysis-datasets) di ECMWF, uno dei riferimenti principali a livello internazionale per la produzione di analisi meteorologiche globali ad alta risoluzione (0.75 gradi). La configurazione del modello WRF usata in questo lavoro si basa su 3 domini di calcolo innestati aventi maglie di risoluzione orizzontale pari a 45, 9 e 3 km, rispettivamente centrati su Europa continentale, Italia Settentrionale, e Lago Maggiore, come illustrato in *Figura 4.2.5-1*.

Figura 4.2.5-2 Vista di insieme dei domini innestati per il modello WRF



Per le simulazioni WRF sono stati utilizzati 34 livelli verticali aventi spaziatura crescente con l'altezza, fino alla quota corrispondente ad una pressione atmosferica di 50 hPa, con il livello più prossimo al suolo localizzato all'altezza di circa 25 m sopra il terreno. Il calcolo, tenendo conto dei diversi domini innestati, è stato effettuato in modalità di *two-way-nesting*. Il modello ha riprodotto la meteorologia su base oraria a partire dalle ore 01:00 del 1/1/2023 fino alle 00:00 del 1/1/2024.

Le parametrizzazioni fisiche utilizzate nella configurazione della simulazione di WRF sono riportate in *Tabella 4.2.5-1*.

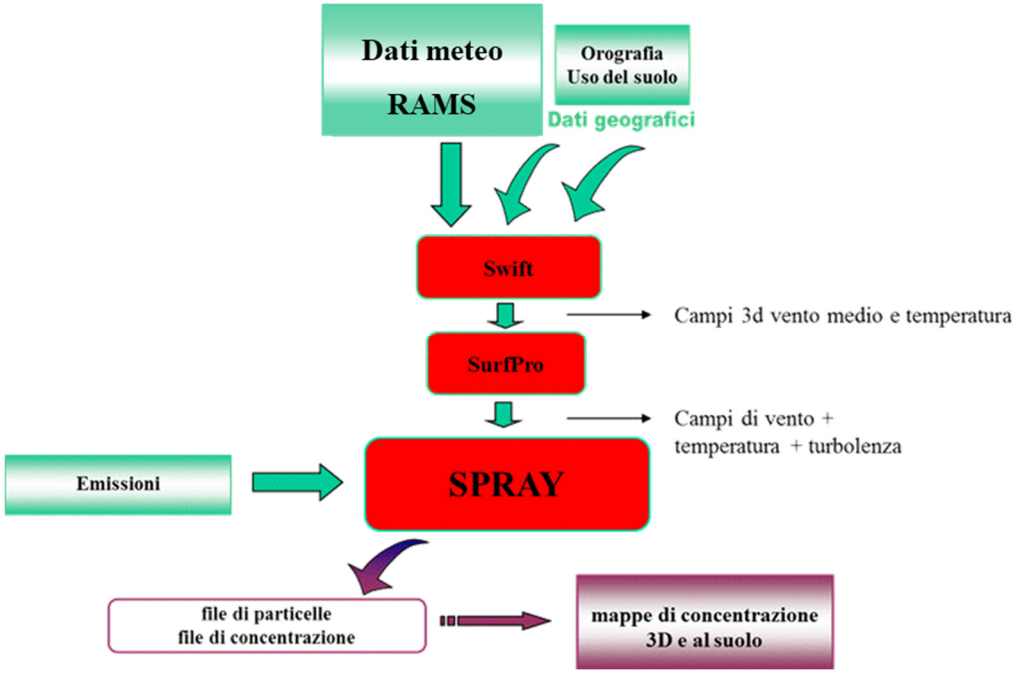
Tabella 4.2.5-1 Parametrizzazioni fisiche utilizzate per la simulazione di WRF-ARW

WRF schema fisico di WRF ARW 4.4.1	Descrizione
Microfisica	WRF Single-Moment 6-class scheme (ice, snow and graupel processes)
Radiazione a onda lunga	RRTMG (Rapid Radiative Transfer Model for GCMs)
Radiazione a onda corta	RRTMG
Parametrizzazione della convezione dei cumuli	Kain-Fritsch scheme (deep and shallow convection). Solo sulla griglia più esterna.
Fenomeni superficiali	Noah Land Surface Model
Surface Layer	Eta similarity (based on Monin-Obukhov theory).
Strato limite atmosferico	Mellor-Yamada-Janjic Eta operational scheme

4.2.5.2 DISCESA DI SCALA CON SWIFT E SURFPRO

I campi prodotti alimentano la sezione meteorologica del sistema per la discesa di scala, costituita dai codici diagnostici SWIFT e SurfPro (descritti in Appendice) che ricostruiscono, su base oraria, il flusso medio (velocità e direzione del vento) e la temperatura dell'aria mediante campi tridimensionali, nonché la turbolenza atmosferica mediante campi bidimensionali di opportune variabili di scala su un grigliato discreto di punti a risoluzione più elevata, in grado di tenere meglio conto degli effetti locali indotti dalle caratteristiche di dettaglio del terreno. Queste informazioni vengono direttamente utilizzate dal codice di dispersione SPRAY per definire il moto delle particelle virtuali che rappresentano le diverse emissioni considerate, allo scopo di produrre campi di concentrazione su base oraria per l'intero periodo di simulazione. La seguente *Figura 4.2.5-3* illustra il diagramma a blocchi dei modelli coinvolti e delle loro relazioni.

Figura 4.2.5-3 Diagramma a blocchi relativo al funzionamento del sistema modellistico



Le caratteristiche locali di maggior dettaglio del terreno vengono definite alla risoluzione orizzontale target di 100 metri mediante un modello digitale del terreno ed una matrice di uso del suolo. La *Figura 4.2.5 4* mostra una rappresentazione tridimensionale dell'orografia. I valori minimi e massimi dell'orografia locale vanno da circa 60 m a 117 m s.l.m., confermando la presenza di terreno sostanzialmente pianeggiante. La Figura 4.2.5-5 mostra la matrice di uso del suolo sovrapposta alle isolinee del modello digitale del terreno. I codici di uso del suolo sono definiti secondo una classificazione a 21 classi ricavata da quella standard europea CORINE a 44 classi (EEA Data Service), mediante accorpamento di alcune categorie, secondo la didascalia riportata nella medesima figura.

Figura 4.2.5-4 ***Rappresentazione 3D dell'orografia nel dominio di calcolo.*** *Il simbolo identifica la posizione del Data Center. Livelli colorati rappresentano le quote in m sopra il livello del mare secondo la scala a destra in metri*

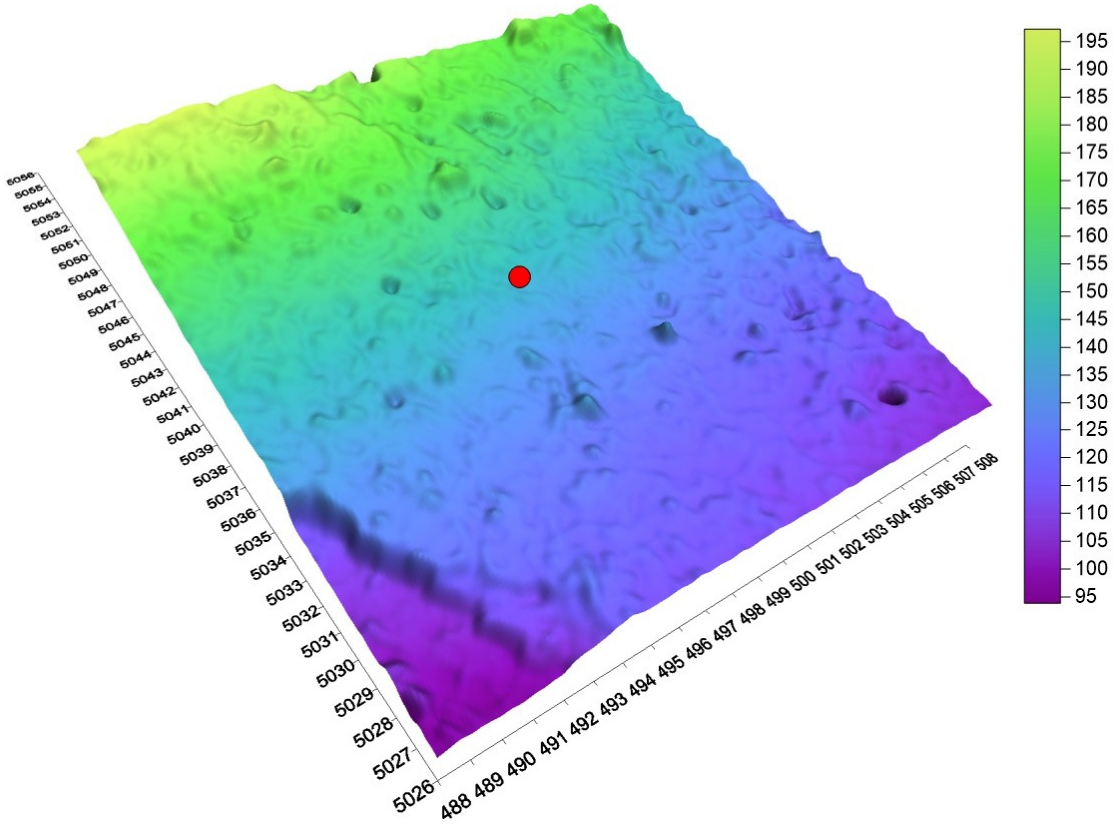
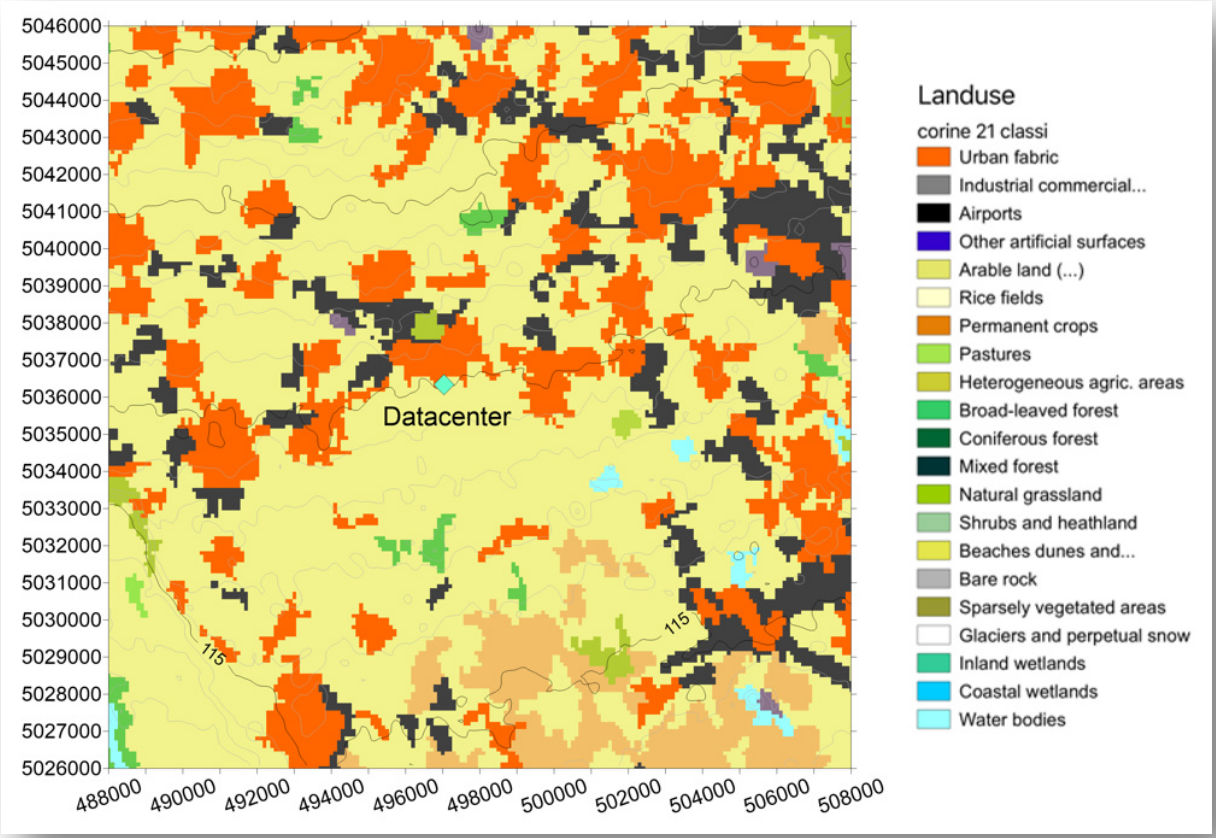
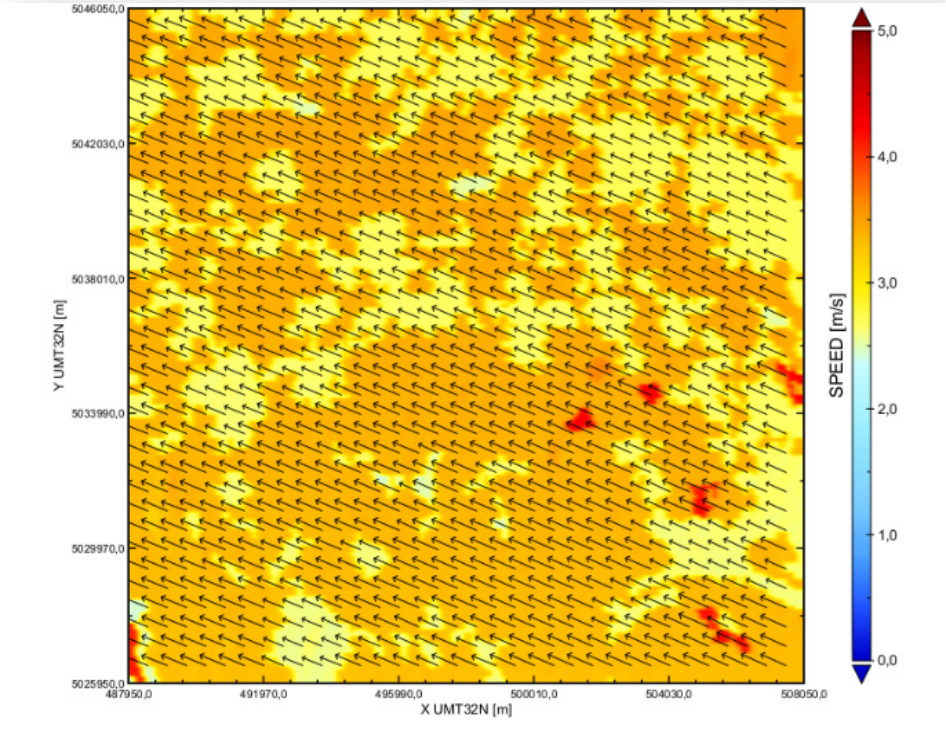


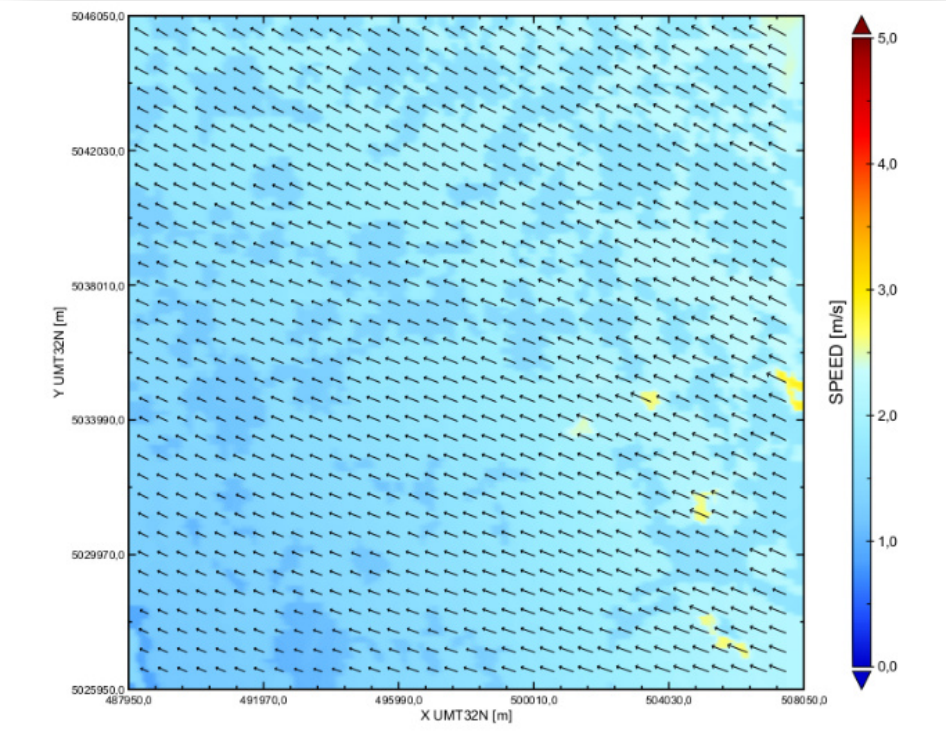
Figura 4.2.5-5 Dominio di calcolo con uso del suolo CORINE 21 classi a 100 m di risoluzione. *Il simbolo identifica la posizione del Data Center.*



Il modello diagnostico SWIFT è stato utilizzato per ricostruire il campo tridimensionale di vento e temperatura alla risoluzione orizzontale di 100 m sul dominio target, che costituisce una parte dell'informazione meteorologica ad alta risoluzione necessaria al modello SPRAY. La Il modello di dispersione SPRAY, per determinare il trasporto degli inquinanti emessi in atmosfera oltre alle caratteristiche del vento che domina il trasporto in direzione orizzontale richiede che siano definite le caratteristiche della turbolenza atmosferica, cioè dei moti disordinati che hanno origine sia meccanica che termica e che favoriscono, in condizioni di instabilità, la dispersione anche nella direzione verticale.
Nei modelli utilizzati per il presente lavoro, la turbolenza viene descritta attraverso opportune variabili fisiche dette 'di scala', che hanno il compito di riassumerne le principali caratteristiche.
***Figura** 4.2.5-6*La *Figura 4.2.5 6* illustra, a titolo di esempio, la rappresentazione del campo di vento a circa 10 m dal suolo, ricostruito da Swift il giorno 11/07/2023 alle ore 10:00 e alle ore 22:00. Si notano venti più veloci provenienti da Sud Est nell'ora diurna e venti più deboli provenienti da Sud Est nell'ora notturna.
Il modello di dispersione SPRAY, per determinare il trasporto degli inquinanti emessi in atmosfera oltre alle caratteristiche del vento che domina il trasporto in direzione orizzontale richiede che siano definite le caratteristiche della turbolenza atmosferica, cioè dei moti disordinati che hanno origine sia meccanica che termica e che favoriscono, in condizioni di instabilità, la dispersione anche nella direzione verticale.
Nei modelli utilizzati per il presente lavoro, la turbolenza viene descritta attraverso opportune variabili fisiche dette 'di scala', che hanno il compito di riassumerne le principali caratteristiche.
Figura 4.2.5-6 Campi di vento in prossimità del suolo calcolati il giorno 11/07/2023 alle

ore 10:00 *(alto)* ***e alle ore 22:00*** *(basso)* ***da SWIFT.*** *Velocità del vento in m/s secondo la scala colorata a destra.*





Tali variabili sono:

- u* o velocità di frizione, che descrive gli effetti legati alla turbolenza di tipo 'meccanico', dovuti alla presenza di ostacoli superficiali o variazioni con la quota della velocità del vento (shear);
- Hmix o altezza dello strato limite, che rappresenta lo strato adiacente al suolo variabile nel tempo e nello spazio all'interno del quale avvengono i principali fenomeni turbolenti generati dall'interazione del flusso atmosferico con la superficie, e dove vengono in genere immesse le sostanze inquinanti;
- L o lunghezza di Monin-Obukhov che è un indicatore della stabilità atmosferica. Un'atmosfera stabile tende ad un minore rimescolamento e dispersione delle sostanze emesse, al contrario un'atmosfera instabile è caratterizzata da una maggiore efficienza dispersiva. Valori negativi vicini allo zero sono rappresentativi di un'atmosfera instabile in condizioni convettive diurne, valori positivi piccoli sono invece caratteristici di un'atmosfera stabile tipicamente notturna;
- w* o velocità convettiva di scala che rappresenta una misura dell'intensità della turbolenza nelle ore più calde in presenza di forte irraggiamento solare.

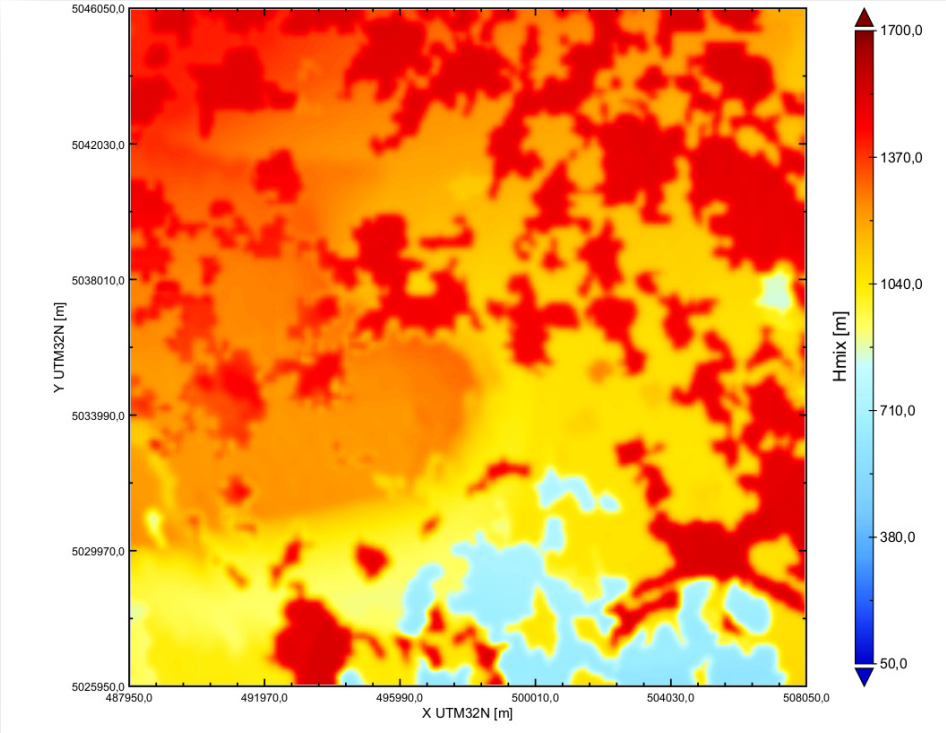
I campi di queste variabili vengono ricostruiti ora per ora su tutto il dominio mediante l'utilizzo del preprocessore SurfPro, sviluppato da ARIANET S.r.l. (Silibello, 2006, ARIANET, 2015) e descritto in appendice, tenendo conto delle disomogeneità orizzontali indotte dalla presenza di differenti caratteristiche di uso del suolo.

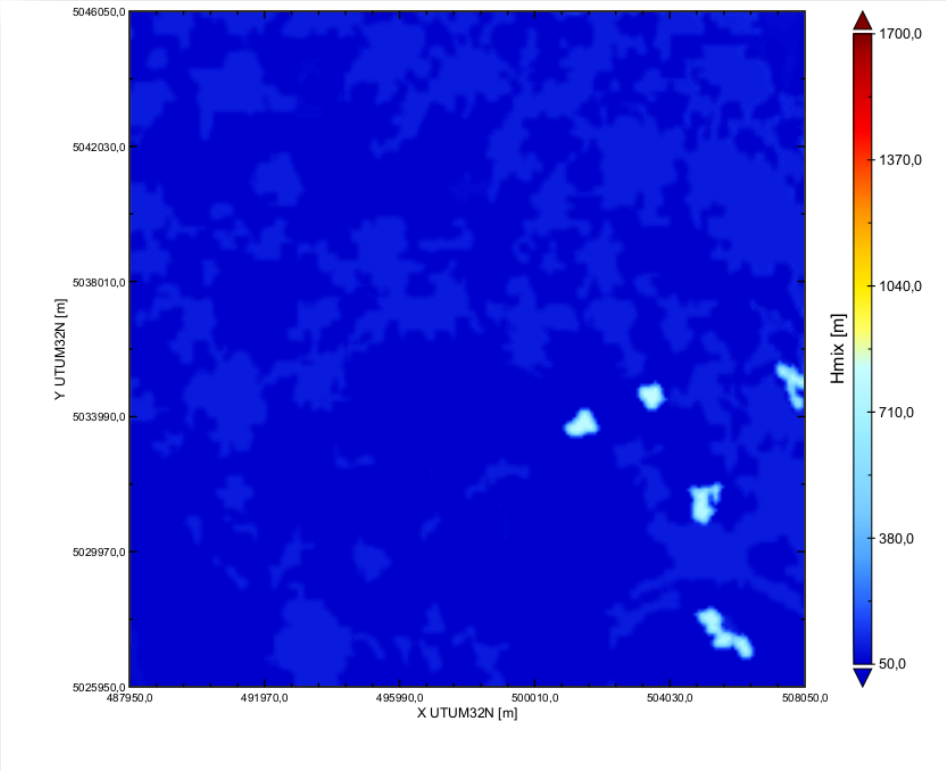
In particolare, per il calcolo del flusso di calore sensibile alla superficie è stato utilizzato lo schema iterativo di bilancio energetico suggerito da Holstlag e van Ulden (1983), mentre per il calcolo della velocità di frizione sono stati utilizzati gli schemi suggeriti da Holtslag van Ulden (1983) nelle situazioni neutre ed instabili diurne e da Venkatram (1980) e Weil e Brower (1983) nelle situazioni stabili e notturne.

Per il calcolo della lunghezza di Monin-Obukhov e dell'altezza dello strato limite, nelle condizioni diurne convettive viene utilizzato uno schema dovuto a Carson (1973), mentre in condizioni neutre e stabili vengono utilizzati gli schemi sviluppati da Venkatram (1980).

A titolo di esempio, la Figura 4.2.5-7 illustra il campo della variabile Hmix alle ore 10:00 del giorno 11/07/2023, e lo stesso campo alle ore 22:00. Durante questa giornata estiva si ha lo sviluppo di uno strato limite stabile nelle ore notturne, mentre durante le ore diurne si sviluppa uno strato limite instabile convettivo. L'utilizzo di un uso del suolo ad elevata risoluzione rende possibile l'individuazione di zone di disuniformità nelle caratteristiche turbolente dell'atmosfera, che vengono tenute in conto dal modello di dispersione a particelle durante il moto di queste ultime.

Figura 4.2.5-7 Campo dell'altezza dello strato limite Hmix (m) simulato da SurfPro alle ore 10:00** (alto) **e alle ore 22:00** (basso)**.

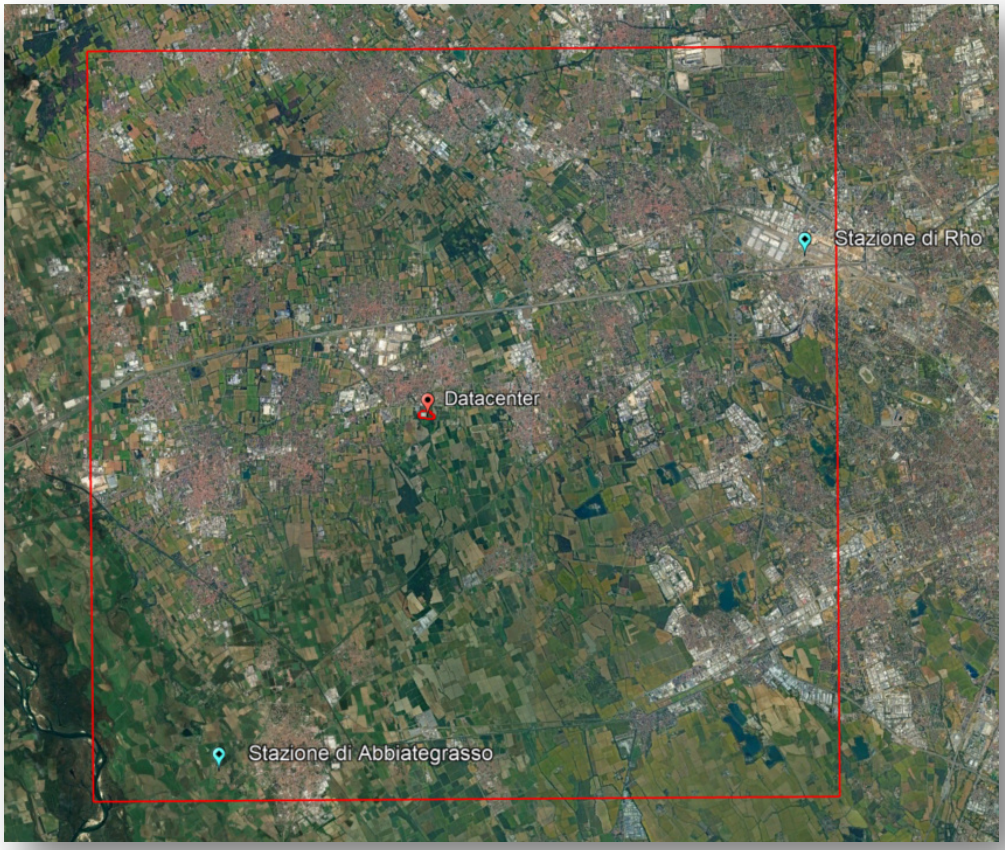




4.2.5.3 VERIFICA DELLA SIMULAZIONE METEOROLOGICA CON I DATI LOCALI

Per verificare i risultati delle simulazioni modellistiche meteorologiche vengono considerate le osservazioni effettuate nelle stazioni di Abbiategrasso e di Rho, posizionate a pochi km dall'impianto come mostrato in *Figura 4.2.5-8*. Queste stazioni possono quindi essere considerate rappresentative del regime anemologico che caratterizza il sito.

Figura 4.2.5-8 Posizionamento delle stazioni di Landriano e Linate rispetto al Data Center



La Figura 4.2.5-9 e la *Figura 4.2.5.10* mostrano i confronti tra le rose dei venti annuali ottenute dai dati misurati e quelle ottenute dai dati simulati, in corrispondenza delle due stazioni meteorologiche. Quello che si osserva è una prevalenza dei venti da Est e da Ovest, quindi un comportamento tipico della bassa Pianura Padana. Il confronto non mostra differenze staticamente significative tra i dati osservati e le variabili meteorologiche analizzate; Le simulazioni mantengono sostanzialmente lo stesso carattere delle misure.

In *Figura 4.2.5.11* si riporta inoltre la rosa dei venti annuale ottenuta presso il sito del Data Center, in seguito alla discesa di scala effettuata tramite SWIFT. La rosa mostra le stesse caratteristiche tipiche della bassa Pianura Padana in termini di provenienza dei venti, con una generale riduzione della velocità dovuta alla discesa di scala.

Figura 4.2.5-9 Confronto tra rose dei venti annuali ottenute a partire dai dati misurati nella stazione di Abbiategrasso (a sinistra) e i dati simulati da WRF (a destra) prima della discesa di scala.

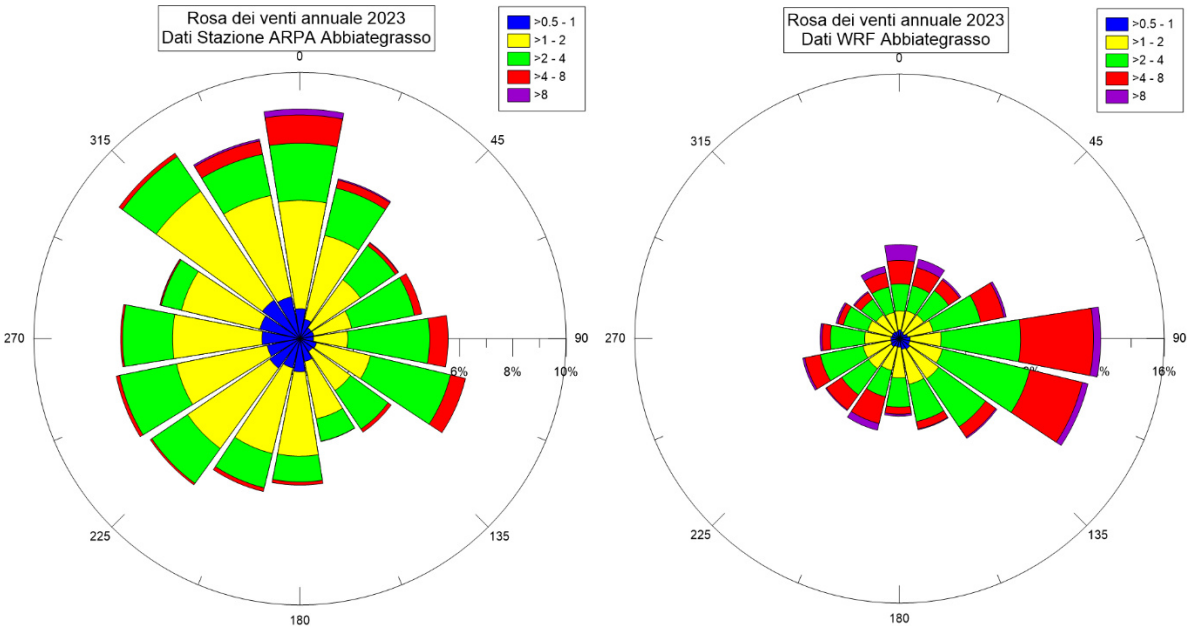


Figura 4.2.5-10 Confronto tra rose dei venti annuali ottenute a partire dai dati misurati nella stazione di Rho (a sinistra) e i dati simulati da WRF (a destra) prima della discesa di scala.

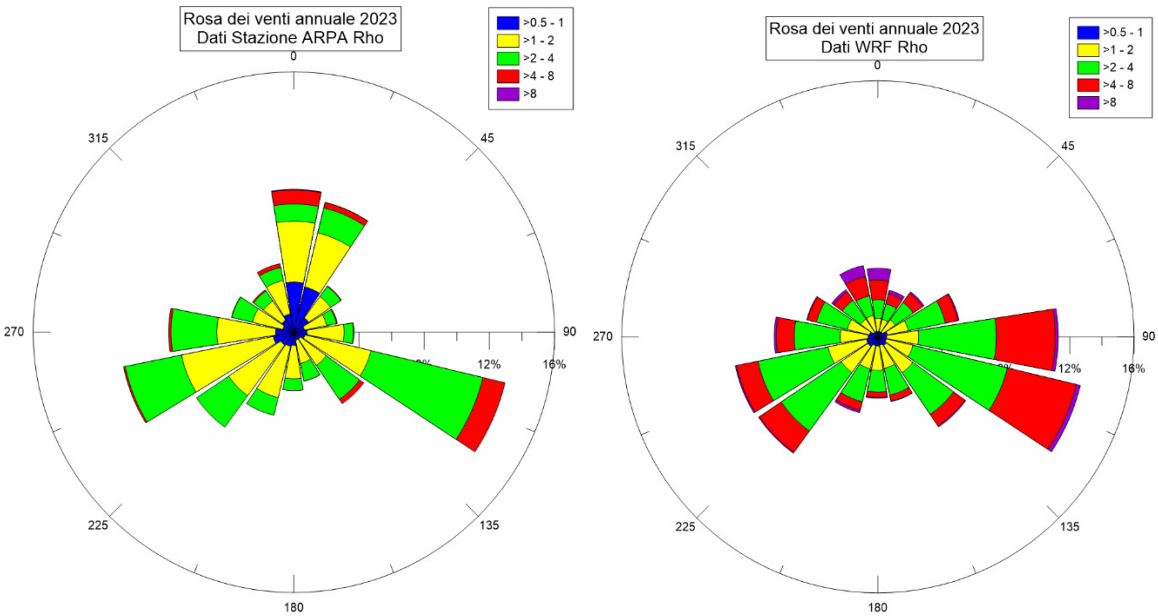
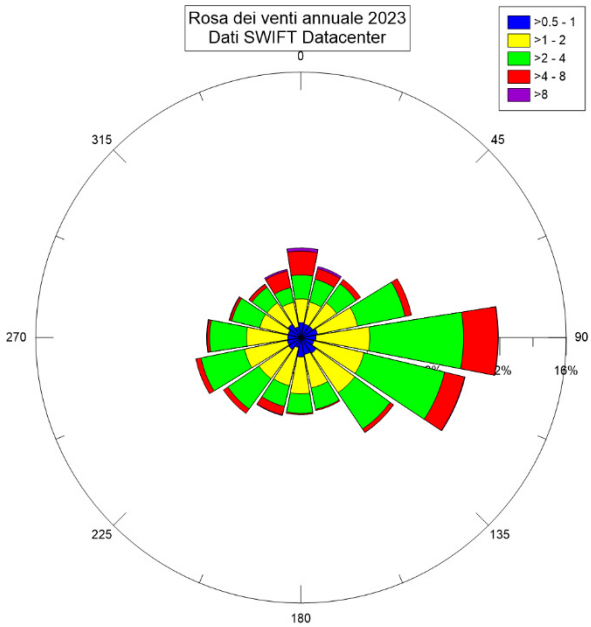


Figura 4.2.5-11 Rosa dei venti annuale, ottenuta a partire dai dati simulati (SWIFT) dopo la discesa di scala in corrispondenza del Datacenter di Vittuone.



Complessivamente, le simulazioni meteorologiche effettuate sono rappresentative sia delle caratteristiche anemologiche tipiche della Pianura Padana che di quelle definite dai dati misurati dagli anemometri locali. Visto che le simulazioni conservano gli aspetti principali del flusso su base statistica, si è deciso di utilizzare direttamente i dati simulati come input meteorologico principale per la simulazione di dispersione. I campi meteorologici ottenuti dalla discesa di scala fino alla risoluzione target sono coerenti al suolo ed in quota, in quanto derivati dalla fisica dello stesso modello meteorologico. In presenza di sorgenti emissive caratterizzate da risalita termica come quelle considerate nel presente lavoro, tale scelta risolve eventuali problemi generati dal potenziale disallineamento presente ora per ora tra le misure al suolo e i dati simulati in quota.

4.2.6 SCENARI EMISSIVI

Il potenziale impatto sulla qualità dell'aria è connesso alle emissioni in rilasciate in atmosfera che nel caso del Data Center in progetto sono limitate a quelle generate dai gruppi elettrogeni di emergenza.

Per valutare la ricaduta atmosferica degli inquinanti, sono state considerate le emissioni prodotte da 40 generatori dei gruppi elettrogeni di emergenza, il cui funzionamento è previsto nel caso in cui si verifichi un evento accidentale che comporti l'interruzione della fornitura elettrica principale. Oltre a tale attività in caso di blackout, i generatori vengono attivati solo per le attività ordinarie di manutenzione.

Nello specifico, presso il Data Center è prevista l'installazione di n.40 gruppi elettrogeni di emergenza in grado di generare ciascuno una potenza elettrica pari a 3.2 MWe, tutti alimentati a gasolio.

I fumi prodotti dalla combustione del gasolio verranno convogliati in atmosfera tramite apposte canne di emissione. La *Figura 4.2.6 1* mostra la posizione dei camini rispetto alla struttura del

Data Center all'interno del perimetro dell'impianto.

In relazione al combustibile di previsto utilizzo, gli inquinanti di preminente interesse sono rappresentati da:

- NOx
- Polveri (PM10 e 2.5)
- CO
- NH3

Come descritto nel paragrafo successivo, l'attivazione dei generatori di emergenza è normalmente limitata a quanto necessario per le periodiche verifiche della loro funzionalità e manutenzione. Dette operazioni, pur considerati tutti i gruppi elettrogeni installati, richiederanno complessivamente un numero di ore di accensione non superiore alle 500 ore anno. In relazione a tale valore, le emissioni generate non sono sottoposte ai limiti normativi ai sensi della DGR Lombardia n. IX/3934. Pur tuttavia è stata comunque prevista l'adozione di un sistema di abbattimento degli ossidi di azoto di tipo SCR.

Tabella 4.2.6-1 Caratteristiche termodinamiche dei camini del Data Center

Parametro	100% carico	75% carico	50% carico	25% carico	U.M.
Consumo gasolio	747.9	556.9	389.1	217.4	l/h
	624.5	465.0	324.9	181.5	kg/h
Portata fumi umidi allo sbocco (tal quale)	639.8	476.4	332.8	186.0	m3/min
Portata fumi anidri cond.normali @O2=5%	8431	6278	4386	2451	Nm3/h
Temperatura fumi al camino	420				°C
Diametro camino allo sbocco	0.6				m
Velocità fumi allo sbocco	37.7	28.1	19.6	11.0	m/s
Altezza camino	22.8				m
Emissioni Inquinanti					
Concentrazione nei fumi					
NOx (come NO2)	100				mg/Nm3 @5%O2
CO	111.2				mg/Nm3 @5%O2
PM	8.7				mg/Nm3 @5%O2
NH3	40				mg/Nm3 @5%O2
Flusso di massa					
NOx (come NO2)	0.234	0.174	0.122	0.068	g/s
CO	0.065	0.049	0.034	0.019	g/s
PM	0.020	0.015	0.011	0.006	g/s
NH3	0.094	0.070	0.049	0.027	g/s

La *Tabella 4.2.6-2* riassume le caratteristiche geografiche dei camini, mentre la *Tabella 4.2.6-3*, sintetizza le caratteristiche emissive della singola canna (sezione, velocità di uscita e temperatura di uscita dei fumi).

Figura 4.2.6-1 Localizzazione dei camini (in blu) e perimetro (in rosso) del sito del Data Center

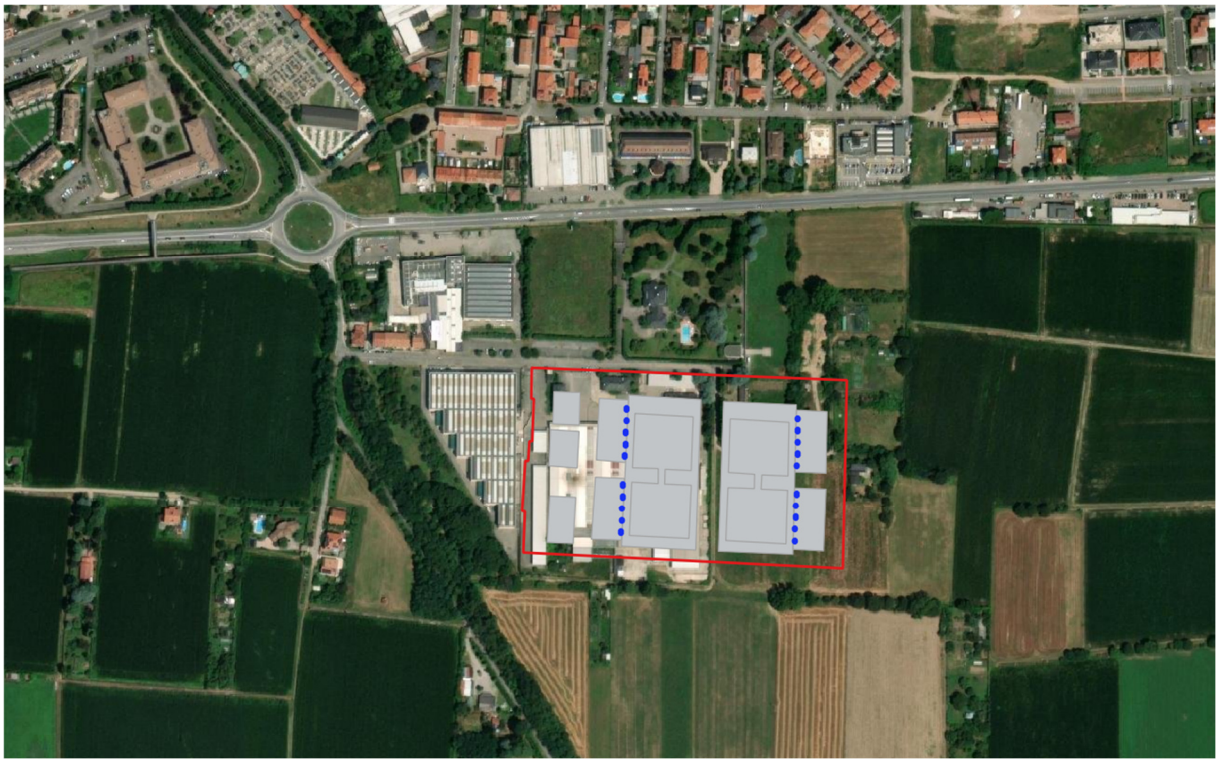


Tabella 4.2.6-2 Caratteristiche geografiche dei camini del Data Center

	Camino	X UTM32N (m)	Y UTM32N (m)	Altezza (m)
DC01				
GE-1	GE-1A	496918	5036329	22.8
	GE-1B	496918	5036327	22.8
	GE-1C	496918	5036318	22.8
	GE-1D	496917	5036316	22.8
	GE-1E	496917	5036307	22.8
GE-2	GE-2A	496917	5036306	22.8
	GE-2B	496916	5036296	22.8
	GE-2C	496916	5036295	22.8
	GE-2D	496916	5036286	22.8
	GE-2E	496916	5036284	22.8
GE-3	GE-3A	496915	5036259	22.8
	GE-3B	496915	5036258	22.8
	GE-3C	496914	5036249	22.8
	GE-3D	496914	5036247	22.8
	GE-3E	496914	5036238	22.8
GE-4	GE-4A	496914	5036237	22.8
	GE-4B	496913	5036227	22.8
	GE-4C	496913	5036226	22.8
	GE-4D	496913	5036216	22.8
	GE-4E	496913	5036215	22.8

	Camino	X UTM32N (m)	Y UTM32N (m)	Altezza (m)
DC02				
GE-5	GE-5A	497072	5036319	22.8
	GE-5B	497072	5036318	22.8
	GE-5C	497072	5036309	22.8
	GE-5D	497072	5036307	22.8
	GE-5E	497072	5036298	22.8
GE-6	GE-6A	497072	5036297	22.8
	GE-6B	497071	5036287	22.8
	GE-6C	497071	5036286	22.8
	GE-6D	497071	5036277	22.8
	GE-6E	497071	5036276	22.8
GE-7	GE-7A	497070	5036251	22.8
	GE-7B	497070	5036250	22.8
	GE-7C	497070	5036241	22.8
	GE-7D	497070	5036239	22.8
	GE-7E	497070	5036230	22.8
GE-8	GE-8A	497070	5036229	22.8
	GE-8B	497070	5036219	22.8
	GE-8C	497069	5036218	22.8
	GE-8D	497069	5036209	22.8
	GE-8E	497069	5036207	22.8

Tabella 4.2.6-3 Caratteristiche emissive di ogni canna

Diametro (m)	Velocità media fumi (m/s)	Temperatura (°C)
0.6	25.9	420

Lo scopo del presente studio è quindi quello di valutare il potenziale impatto sulla qualità dell'aria (in termini di variazione dei livelli di concentrazione degli inquinati) in conseguenza della dispersione degli inquinanti emessi dai generatori dei gruppi elettrogeni, sia durante l'attività di manutenzione ordinaria, sia in caso di blackout.

4.2.6.1 SCENARIO DI MANUTENZIONE

I gruppi elettrogeni di emergenza complessivamente presenti presso il Data Center sono suddivisi in 8 insiemi costituiti ciascuno da 5 gruppi elettrogeni, 4 insiemi a servizio dell'edificio DC01 del Data Center e 4 insiemi a servizio dell'edificio DC02 del Data Center, per un totale di 40 gruppi elettrogeni.

Per ciascun insieme, come detto costituito da 5 gruppi elettrogeni, sono previste accensioni per le attività di prova e manutenzione articolate secondo la tabella sotto riportata.

Tabella 4.2.6-4 Programma accensioni gruppi elettrogeni per prove e attività di manutenzione

	GE-A	GE-B	GE-C	GE-D	GE-E	Prove
Gennaio	60 min					Load Bank Test @50%
Febbraio		60 min				Load Bank Test @50%
Marzo			60 min			Load Bank Test @50%
Aprile				60 min		Load Bank Test @50%
Maggio					60 min	Load Bank Test @50%
Giugno	30 min					Test with live load @80% max
Luglio		30 min				Test with live load @80% max
Agosto	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	Black Building Test @80% max
Settembre			30 min			Test with live load @80% max
Ottobre				30 min		Test with live load @80% max
Novembre					30 min	Test with live load @80% max
Dicembre	10'					Test without load

- Prove *Load Bank Test @50%*

Sulla base della tabella sopra esposta, nel mese di gennaio è quindi prevista l'accensione dei gruppi elettrogeni "A" relativi agli 8 insiemi, ciascuno per un tempo di 60 minuti e ad un carico pari al 50% di quello nominale. Per ciascun insieme, dette accensioni avverranno in giorni differenti del mese, per cui non è prevista contemporaneità di accensioni.

Analogamente nel mese di febbraio è prevista l'accensione dei gruppi elettrogeni "B" degli 8 insiemi, ciascuno per un tempo di 60 minuti e ad un carico pari al 50% di quello nominale, e così via per i successivi mesi di marzo, aprile e maggio.

- Prove *Test with live load @80% max*

Dal mese di giugno riprende l'accensione dei gruppi elettrogeni "A" relativi agli 8 insiemi, ciascuno, questa volta per un tempo di 30 minuti e ad un carico pari all'80% di quello nominale. Questa modalità di prove si applica agli insiemi "B", "C", "D" ed "E", nei mesi di luglio, settembre, ottobre e novembre.

Anche per questa tipologia di prove le accensioni avverranno in giorni differenti del mese, per cui non è prevista contemporaneità di accensioni.

- Prove *Black Building Test @80% max*

In questo caso è prevista l'accensione contemporanea dei 5 gruppi elettrogeni "GE-A", "GE-B", "GE-C", "GE-D", "GE-E" che costituiscono un insieme, per una durata di 60 minuti, ad un carico pari all'80% di quello nominale.

L'accensione contestuale dei 5 gruppi elettrogeni relativi a ciascun insieme avverrà in giorni distinti del mese di agosto, per ogni insieme. Quindi non sono previste accensioni per più di 5 gruppi elettrogeni, per una durata di 60 minuti, nella stessa giornata.

- Prove *Test without load*

Nel mese di dicembre, infine, è prevista l'accensione del solo generatore "A" relativo a ciascun insieme. Si tratta in questo caso di una accensione della durata di 10 minuti in assenza di carico.

L'accensione dei generatori avverrà esclusivamente nella fascia oraria compresa tra le ore 7 e le ore 19.

Stante il quadro indicato, i gruppi elettrogeni nel loro insieme risulteranno attivi per un tempo complessivo pari a circa 101 ore/anno.

In relazione alle caratteristiche emissive indicate alla *Tabella 4.2.6-1* ed alle attività di verifica e manutenzione programmate sopra descritte, ne derivano, per i diversi inquinanti indica, rilasci su base annua valutabili in:

- NOx: circa 58 kg/anno
- Polveri (PM10 e 2.5): circa 5 kg/anno
- CO: circa 65 kg/anno
- NH3: circa 23 kg/anno

Da *Tabella 4.2.6-5* a *Tabella 4.2.6-8* sono riportati, per ciascuno dei 3 scenari emissivi il carico e il tempo di attività di ciascun generatore, oltre alle emissioni istantanee (in g/s) per ciascuna specie analizzata (NOx, CO, PM e NH3).

Per il calcolo delle medie annuali di concentrazione di NOx, PM e NH_3 si conserva la massa totale emessa durante l'anno, distribuendo uniformemente l'emissione totale annua di ciascun camino su tutti i giorni. Nelle citate tabelle sono pertanto riportati i fattori emissivi così calcolati per NOx, PM e NH_3. In tal modo si consente una rappresentatività statistica delle diverse condizioni meteorologiche presenti su base annua nel determinare i valori di concentrazione medi.

Tabella 4.2.6-5 Emissioni del Data Center – Inquinante Ossidi di Azoto NOx

	Gruppi elettrogeni		Ore h/anno 101.33	Vol/anno Tal quale m3	Vol/anno Anidri Nm3	Φ [m] 0.6 Vel med m/s	Inquinante Ossidi di Azoto NOx – Rilasci durante le prove: 50% carico g/s	50% carico h/anno	80% carico g/s	80% carico h/anno	0% carico g/s	0% carico h/anno
DC01	GE-1	GE-1A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.122	1.0	0.186	1.5	0.068	0.17
		GE-1B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-1C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-1D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-1E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
	GE-2	GE-2A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.122	1.0	0.186	1.5	0.068	0.17
		GE-2B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-2C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-2D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-2E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
	GE-3	GE-3A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.122	1.0	0.186	1.5	0.068	0.17
		GE-3B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-3C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-3D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-3E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
	GE-4	GE-4A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.122	1.0	0.186	1.5	0.068	0.17
		GE-4B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-4C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-4D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-4E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
DC02	GE-5	GE-5A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.122	1.0	0.186	1.5	0.068	0.17
		GE-5B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-5C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-5D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-5E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
	GE-6	GE-6A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.122	1.0	0.186	1.5	0.068	0.17
		GE-6B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-6C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-6D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-6E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
	GE-7	GE-7A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.122	1.0	0.186	1.5	0.068	0.17
		GE-7B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-7C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-7D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-7E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
	GE-8	GE-8A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.122	1.0	0.186	1.5	0.068	0.17
		GE-8B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-8C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-8D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		
		GE-8E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.122	1.0	0.186	1.5		

Tabella 4.2.6-6 Emissioni del Data Center – Inquinante Monossido di Carbonio CO

	Gruppi elettrogeni		Ore h/anno 101.33	Vol/anno Tal quale m3	Vol/anno anidri Nm3	Φ [m] 0.6 Vel med m/s	Inquinante Monossido di Carbonio CO – Rilasci durante le prove: 50% carico g/s	50% carico h/anno	80% carico g/s	80% carico h/anno	0% carico g/s	0% carico h/anno
DC01	GE-1	GE-1A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.135	1.0	0.207	1.5	0.076	0.17
		GE-1B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-1C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-1D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-1E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
	GE-2	GE-2A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.135	1.0	0.207	1.5	0.076	0.17
		GE-2B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-2C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-2D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-2E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
	GE-3	GE-3A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.135	1.0	0.207	1.5	0.076	0.17
		GE-3B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-3C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-3D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-3E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
	GE-4	GE-4A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.135	1.0	0.207	1.5	0.076	0.17
		GE-4B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-4C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-4D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-4E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
DC02	GE-5	GE-5A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.135	1.0	0.207	1.5	0.076	0.17
		GE-5B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-5C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-5D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-5E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
	GE-6	GE-6A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.135	1.0	0.207	1.5	0.076	0.17
		GE-6B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-6C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-6D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-6E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
	GE-7	GE-7A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.135	1.0	0.207	1.5	0.076	0.17
		GE-7B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-7C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-7D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-7E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
	GE-8	GE-8A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.135	1.0	0.207	1.5	0.076	0.17
		GE-8B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-8C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-8D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		
		GE-8E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.135	1.0	0.207	1.5		

Tabella 4.2.6-7 Emissioni del Data Center – Inquinante Particolato PM10

	Gruppi elettrogeni		Ore h/anno 101.33	Vol/anno Tal quale m3	Vol/anno anidri Nm3	Φ [m] 0.6 Vel med m/s	Inquinante Particolato PM10 Rilasci durante le prove 50% carico g/s	50% carico h/anno	80% carico g/s	80% carico h/anno	0% carico g/s	0% carico h/anno
DC01	GE-1	GE-1A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.011	1.0	0.016	1.5	0.006	0.17
		GE-1B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-1C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-1D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-1E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
	GE-2	GE-2A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.011	1.0	0.016	1.5	0.006	0.17
		GE-2B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-2C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-2D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-2E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
	GE-3	GE-3A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.011	1.0	0.016	1.5	0.006	0.17
		GE-3B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-3C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-3D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-3E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
	GE-4	GE-4A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.011	1.0	0.016	1.5	0.006	0.17
		GE-4B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-4C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-4D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-4E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
DC02	GE-5	GE-5A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.011	1.0	0.016	1.5	0.006	0.17
		GE-5B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-5C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-5D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-5E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
	GE-6	GE-6A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.011	1.0	0.016	1.5	0.006	0.17
		GE-6B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-6C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-6D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-6E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
	GE-7	GE-7A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.011	1.0	0.016	1.5	0.006	0.17
		GE-7B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-7C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-7D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-7E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
	GE-8	GE-8A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.011	1.0	0.016	1.5	0.006	0.17
		GE-8B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-8C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-8D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		
		GE-8E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.011	1.0	0.016	1.5		

Tabella 4.2.6-8 Emissioni del Data Center – Inquinante Ammoniaca NH_3

	Gruppi elettrogeni		Ore h/anno 101.33	Vol/anno Tal quale m3	Vol/anno anidri Nm3	Φ [m] 0.6 Vel med m/s	Inquinante Ammoniaca NH3 Rilasci durante le prove 50% carico g/s	50% carico h/anno	80% carico g/s	80% carico h/anno	0% carico g/s	0% carico h/anno
DC01	GE-1	GE-1A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.049	1.0	0.075	1.5	0.027	0.17
		GE-1B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-1C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-1D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-1E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
	GE-2	GE-2A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.049	1.0	0.075	1.5	0.027	0.17
		GE-2B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-2C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-2D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-2E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
	GE-3	GE-3A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.049	1.0	0.075	1.5	0.027	0.17
		GE-3B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-3C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-3D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-3E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
	GE-4	GE-4A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.049	1.0	0.075	1.5	0.027	0.17
		GE-4B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-4C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-4D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-4E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
DC02	GE-5	GE-5A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.049	1.0	0.075	1.5	0.027	0.17
		GE-5B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-5C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-5D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-5E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
	GE-6	GE-6A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.049	1.0	0.075	1.5	0.027	0.17
		GE-6B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-6C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-6D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-6E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
	GE-7	GE-7A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.049	1.0	0.075	1.5	0.027	0.17
		GE-7B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-7C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-7D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-7E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
	GE-8	GE-8A	2.67	67 648	14 857	24.9	0.049	1.0	0.075	1.5	0.027	0.17
		GE-8B	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-8C	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-8D	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		
		GE-8E	2.50	65 788	14 448	25.9	0.049	1.0	0.075	1.5		

Tabella 4.2.6-9 ***Emissioni del Data Center – Valori totali annui e portate medie***

			NOx		CO		PM10		NH3	
			100	mg/Nm3 @5%O2	111.2	mg/Nm3 @5%O2	8.7	mg/Nm3 @5%O2	40.0	mg/Nm3 @5%O2
			58	**kg/anno totali**	**65**	**kg/anno totali**	**5**	**kg/anno totali**	**23**	**kg/anno totali**
	Gruppi elettrogeni		g/anno	g/s (7-19)	g/anno	g/s (7-19)	g/anno	g/s (7-19)	g/anno	g/s (7-19)
DC01	GE-1	GE-1A	1 486	9.42E-05	1 652	1.05E-04	129	8.20E-06	594	3.77E-05
		GE-1B	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-1C	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-1D	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-1E	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
	GE-2	GE-2A	1 486	9.42E-05	1 652	1.05E-04	129	8.20E-06	594	3.77E-05
		GE-2B	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-2C	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-2D	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-2E	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
	GE-3	GE-3A	1 486	9.42E-05	1 652	1.05E-04	129	8.20E-06	594	3.77E-05
		GE-3B	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-3C	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-3D	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-3E	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
	GE-4	GE-4A	1 486	9.42E-05	1 652	1.05E-04	129	8.20E-06	594	3.77E-05
		GE-4B	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-4C	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-4D	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-4E	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
DC02	GE-5	GE-5A	1 486	9.42E-05	1 652	1.05E-04	129	8.20E-06	594	3.77E-05
		GE-5B	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-5C	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-5D	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-5E	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
	GE-6	GE-6A	1 486	9.42E-05	1 652	1.05E-04	129	8.20E-06	594	3.77E-05
		GE-6B	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-6C	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-6D	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-6E	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
	GE-7	GE-7A	1 486	9.42E-05	1 652	1.05E-04	129	8.20E-06	594	3.77E-05
		GE-7B	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-7C	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-7D	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-7E	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
	GE-8	GE-8A	1 486	9.42E-05	1 652	1.05E-04	129	8.20E-06	594	3.77E-05
		GE-8B	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-8C	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-8D	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05
		GE-8E	1 445	9.16E-05	1 607	1.02E-04	126	7.97E-06	578	3.67E-05

La normativa in materia di qualità dell'aria indica per taluni inquinanti non solo limiti ai valori di concentrazione mesi su base anni, ma anche riferiti a valori di concentrazione in situazioni di "picco". In particolare il D.Lgs 155/2010 stabilisce:

- per quanto riguarda gli ossidi di azoto, un valore di concentrazione, pari a 200 µg/m^3, da non superarsi per più di 18 ore/anno,
- per quanto riguarda il PM10, un valore di concentrazione media giornaliero pari a 50 µg/m^3 fa non superarsi per più di 35 giorni/anno,
- infine, per il CO il limite di concentrazione è riferito al valore annuo massimo della media mobile di 8 ore.

Nel caso in esame, nelle normali condizioni di esercizio, sono previste emissioni limitatamente alle sporadiche accensioni dei gruppi elettrogeni per le necessità di prova/manutenzione. Come visto, le ore di accensione complessive per questo fine sono pari a circa 2,5 ore/anno per gruppo elettrogeno, per un totale complessivo, considerando tutti i 40 gruppi elettrogeni presenti, di poco superiore a 101 ore sulle 8760 ore dell'anno, distribuite su 96 giorni anno.

Per una valutazione della qualità dell'aria secondo i parametri di valutazione sopra ricordati si è considerata cautelativamente la situazione peggiore dal punto di vista emissivo, rappresentata dalle 8 giornate del solo mese di agosto nelle quali vengono accesi contemporaneamente 5 generatori per un'ora, con carico pari all'80% del valore nominale.

Al fine di individuare le condizioni più sfavorevoli dal punto di vista meteorologico, le accensioni sono state assunte come presenti in tutti i giorni del mese distribuendo le emissioni istantanee dei 5 generatori sui diversi camini (sempre nella fascia 07-19). In questo modo si tiene in considerazione la variabilità dovuta alle diverse condizioni meteorologiche del mese: in altre parole si vanno ad individuare, per ogni nodo della griglia di calcolo, i valori di concentrazione che si determinerebbero nel caso in cui le accensioni avvenissero per tutti i camini nelle condizioni meteorologiche più sfavorevoli alla dispersione.

Con questa condizione emissiva, ai fini del confronto con il valore limite della normativa, si assume cautelativamente:

- per quanto riguarda gli ossidi di azoto, il valore di concentrazione riferito alla 8° ora, ovvero considerando che le 8 accensioni avvengano nelle ore più sfavorevoli dal punto di vista meteorologico alla dispersione degli inquinanti,
- per quanto riguarda il PM10, il valore di concentrazione riferito all'8° giorno, equivalente ad ipotizzare che le 8 accensioni avvengano nelle giornate più sfavorevoli dal punto di vista meteorologico alla dispersione degli inquinanti,
- per quanto riguarda il CO, il valore massimo della media mobile di 8 ore.

Le emissioni istantanee così calcolate per le simulazioni degli indicatori statistici estremali sono riportate in *Tabella 4.2.6-10*.

Tabella 4.2.6-10 Emissioni di ciascun camino per il calcolo degli indicatori statistici estremali

	Gruppi elettrogeni		Emissioni NOx per confronto con limite relativo alla 18°ora	Emissioni PM per confronto con limite relativo a 35° giorno	Emissioni CO per confronto con limite relativo a massimo mobile su 8 ore
			g/s (7-19)	g/s (7-19)	g/s (7-19)
DC01	GE-1	GE-1A	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-1B	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-1C	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-1D	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-1E	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
	GE-2	GE-2A	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-2B	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-2C	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-2D	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-2E	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
	GE-3	GE-3A	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-3B	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-3C	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-3D	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-3E	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
	GE-4	GE-4A	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-4B	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-4C	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-4D	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-4E	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
DC02	GE-5	GE-5A	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-5B	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-5C	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-5D	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-5E	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
	GE-6	GE-6A	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-6B	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-6C	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-6D	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-6E	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
	GE-7	GE-7A	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-7B	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-7C	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-7D	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-7E	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
	GE-8	GE-8A	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-8B	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-8C	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-8D	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04
		GE-8E	1.94E-03	2.16E-03	1.69E-04

4.2.6.2 SCENARIO DI BLACKOUT

In riferimento alla durata dello scenario emergenziale, si considera il caso peggiore avvenuto in Italia, in cui nell'anno 2003 il blackout è durato fino ad un massimo di 16 ore in alcune regioni.

Il fabbisogno elettrico complessivo del Data Center corrisponde alla produzione di tutti i 40 gruppi elettrogeni con carico all'80% (è in tal modo possibile che nel caso uno dei gruppi non fosse disponibile, gli altri di ciascun insieme possano sopperire alla mancata produzione). Conseguentemente le emissioni considerate ai fini della valutazione sono quelle relative a tale condizione di carico per tutta la durata della situazione di emergenza.

Non risultando prevedibile il periodo dell'anno nel quale potrebbe verificarsi tale situazione di emergenza, nella presente valutazione i camini vengono attivati costantemente per tutto l'anno, compreso il periodo notturno, e quindi calcolato il massimo della media mobile su 16 ore per ciascuna specie emessa. In questo modo è possibile considerare la situazione peggiore in tutte le condizioni metereologiche possibili. In altre parole, la simulazione con approccio molto cautelativo va a determinare il valore di concentrazione medio sulle 16 ore dell'evento di indisponibilità dell'energia elettrica da parte della rete nazionale assunto, selezionando la sequenza delle condizioni meteorologiche più sfavorevoli per ciascun nodo della maglia di calcolo. Si tratta come detto di assunzione cautelativa ed ovviamente non possibile contestualmente per i diversi punti di calcolo: nel caso la sequenza meteo più sfavorevole per un punto di calcolo/ricettore posto, ad esempio, a sud del Data Center, non può manifestarsi contemporaneamente alla sequenza meteo più sfavorevole per un punto di calcolo/ricettore posto in altra posizione.
Le emissioni istantanee considerate ai fini della valutazione relativa allo scenario di blackout sono riportate in *Tabella 4.2.6-11*.

Tabella 4.2.6-11 Emissioni istantanee di ciascun camino per lo scenario di blackout

	Gruppi elettrogeni		Emissioni NOx relative allo scenario blackout	Emissioni PM10 relative allo scenario blackout	Emissioni CO relative allo scenario blackout	Emissioni NH3 relative allo scenario blackout
			g/s	g/s	g/s	g/s
DC01	GE-1	GE-1A	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-1B	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-1C	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-1D	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-1E	0.186	0.207	0.016	0.075
	GE-2	GE-2A	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-2B	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-2C	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-2D	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-2E	0.186	0.207	0.016	0.075
	GE-3	GE-3A	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-3B	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-3C	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-3D	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-3E	0.186	0.207	0.016	0.075
	GE-4	GE-4A	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-4B	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-4C	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-4D	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-4E	0.186	0.207	0.016	0.075

	Gruppi elettrogeni		Emissioni NOx relative allo scenario blackout	Emissioni PM10 relative allo scenario blackout	Emissioni CO relative allo scenario blackout	Emissioni NH3 relative allo scenario blackout
			g/s	g/s	g/s	g/s
DC02	GE-5	GE-5A	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-5B	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-5C	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-5D	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-5E	0.186	0.207	0.016	0.075
	GE-6	GE-6A	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-6B	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-6C	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-6D	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-6E	0.186	0.207	0.016	0.075
	GE-7	GE-7A	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-7B	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-7C	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-7D	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-7E	0.186	0.207	0.016	0.075
	GE-8	GE-8A	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-8B	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-8C	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-8D	0.186	0.207	0.016	0.075
		GE-8E	0.186	0.207	0.016	0.075

4.2.6.3 SCENARIO DI CANTIERE

Le emissioni generate dalle attività di cantiere per il completamento dei Data Center DC01 e DC02 sono da riferire principalmente agli scavi per la realizzazione delle fondazioni ed i relativi movimenti terra.

Le emissioni generate dalle attività di cantiere sono da riferire principalmente agli scavi per la realizzazione delle fondazioni ed i relativi movimenti terra.

I volumi di scavo previsti per i due edifici sono valutati pari a circa 48000 m^3 in banco. Con l'esclusione dello scotico che verrà accantonato in vista degli interventi finali di sistemazione a verde dell'area di intervento, le terre di scavo, saranno presuntivamente conferite ad impianto di recupero esterno.

La durata dell'attività è stimata complessivamente pari a circa 200 giornate lavorative (100 per ciascun edificio considerando che la realizzazione avvenga in momenti successivi), da cui ne discende, trascurando i volumi riutilizzati in loco, uno scavo cautelativamente pari a circa 240 m^3/giorno (ovvero 300 m^3/giorno volume trasportato per tenere conto rigonfiamento).

Considerata una capacità media di 15 m^3 di ciascun **autocarro** l'attività relativa risulta pari a 20 viaggi/giorno per il conferimento ad impianto di recupero (attività distribuita su 8 ore lavorative per un passaggio simultaneo medio di n. 2,5 autocarri/ora).

All'interno del perimetro del cantiere la pista non pavimentata seguita dagli autocarri è lunga 760 m e percorsa ad una velocità massima di 10 km/h, mentre il percorso pavimentato per raggiungere gli impianti di recupero esterni al cantiere si estende fino ai confini del dominio considerato (15 km solo andata).

Sono previsti come mezzi di cantiere che operano all'interno del sedime 1 escavatore cingolato Cat 330 e 1 pala gommata tipo Komatsu 380 per il caricamento degli autocarri delle terre nei

cumuli, che cautelativamente si considerano operativi in continuo durante le 8 ore di attività previste.

I motori endotermici di tutti questi mezzi on e off road generano emissioni esauste quantificate mediante l'applicazione di fattori di emissione ufficiali a livello nazionale (https://fetransp.isprambiente.it/#/) ed internazionale (Road Construction Emission Model versione 9.0.0 - http://www.airquality.org/).

Tabella 4.2.6-12 Emissioni esauste dai mezzi per lo scenario di cantiere

	CO [g/h]	NOX [g/h]	SOX [g/h]	**PM10 [g/h]**
Autocarri all'interno	5.01	11.78	0.01	0.44
Autocarri all'esterno	197.78	464.91	0.43	17.25
Escavatore	177.87	180.84	0.80	5.84
Pala gommata	370.91	212.48	0.55	11.34
Emissioni esauste nell'area di cantiere	553.79	405.10	1.36	**17.62**
Emissioni esauste nel dominio	751.57	870.01	1.79	34.87

Ad esse si aggiungono le emissioni diffuse di particolato atmosferico legate alla movimentazione di materiale polverulento calcolate in accordo con "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" ARPAT, che si basano sul manuale U.S. EPA "AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors".
Le attività considerate per l'emissione di polveri sono:

- Scavo
- Formazione e stoccaggio di cumuli
- Erosione del vento dai cumuli
- Caricamento su camion
- Transito su strada sterrata

4.2.6.3.1 Scavo

Per la fase di sbancamento o estrazione del materiale tenuto conto del fatto che il materiale estratto è umido, si considera cautelativamente il fattore di emissione di PM10 associato al SCC 3-05-027-60 "Sand Handling, Transfer, and Storage in Industrial Sand and Gravel", pari a 0.39 g/ton di materiale trattato (considerando la frazione di PM10 pari al 60% delle PTS).
Ipotizzando una densità del materiale pari a 1.7 Mg/m³, avremo emissioni di PM10 pari a circa **19.89 g/h** considerando la durata delle fasi di scavo pari a circa 200 giorni per giornate lavorative di 8 ore.

4.2.6.3.2 Formazione cumuli

Un'attività suscettibile di produrre l'emissione di polveri è l'operazione di formazione e stoccaggio del materiale in cumuli, disposti temporaneamente con mezzo cingolato durante lo scotico in vista degli interventi finali di sistemazione a verde dell'area di intervento. Il modello proposto nel paragrafo 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles" dell'AP-42 calcola l'emissione di polveri per quantità di materiale accumulato in base al fattore di emissione:

$$EF_i(kg/Mg) = k_i(0.0016)\frac{\left(\frac{u}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

i particolato
k_i coefficiente dipendente dalle dimensioni del particolato
u velocità del vento (m/s)
M contenuto percentuale di umidità (%)

L'espressione è valida entro il dominio di valori per i quali è stata determinata, ovvero per un contenuto di umidità di 0.2-4.8 %. Data la falda affiorante, le terre sono tipicamente molto bagnate per cui si assume che l'umidità sia pari al 4.8%, limite superiore del range di applicazione dell'equazione.
Poiché le emissioni dipendono dalle condizioni meteorologiche, esse variano nel tempo e per poter ottenere una valutazione preventiva delle emissioni di una certa attività occorre riferirsi ad uno specifico periodo di tempo, ipotizzando che in esso si verifichino mediamente le condizioni anemologiche tipiche dell'area in cui avviene l'attività.
Nelle Linee Guida ARPAT si specifica che ai fini di una stima globale delle emissioni dovute a questo tipo di attività, si possa utilizzare la distribuzione di frequenze della velocità del vento della stazione di Empoli-Riottoli e quindi l'espressione per il calcolo può essere semplificata riducendosi a:

$$E_{i,diurno} = k_i \cdot (0.0058) \cdot \frac{1}{M^{1.4}} \qquad E_{i,notturno} = k_i \cdot (0.0032) \cdot \frac{1}{M^{1.4}}$$

Considerando che l'attività si limita alle ore diurne si considera valida la prima espressione che considerando un valore di k_{PM10}=0.35 restituisce un fattore di emissione pari a 0.019 [g_{PM10}/Mg] che moltiplicato per la quantità di materiale trattato (51 t/h) porta ad un'emissione di **11,5 g/h**.

4.2.6.3.3 Erosione del vento dai cumuli

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion") queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. La scelta operata nel presente contesto è quella di presentare l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse. In riferimento alla distribuzione di frequenze dei valori della velocità del vento di Empoli-Riottoli il rateo emissivo orario si calcola dall'espressione:

$$E_i(kg/h) = EF_i \cdot a \cdot movh$$

a superficie dell'area movimentata in m^2
movh numero di movimentazioni/ora
EF_i attore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato, distinto per cumuli alti o bassi
I cumuli in questione si possono considerare bassi da cui i fattori di emissione areali da considerare risultano:

cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i(kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM_{10}	2.5 E-04
$PM_{2.5}$	3.8 E-05

Considerando che la superficie dell'area movimentata del cumulo sia cautelativamente pari al fronte di ogni scaricamento (15 mq se si considera che il volume di terra trasportato da ciascun autocarro (15m^3) si distribuisca su uno strato alto 1 m) e che sulla base della capacità dei mezzi si compiano 2,5 movimentazioni all'ora, si ottiene un'emissione di **9.38 g/h** di PM10.

4.2.6.3.4 Caricamento su camion

La stima dell'emissione di PM10 per le attività di caricamento su camion è descritta nel SCC 3-05-010-37 Truck loading overburden cui è assegnato un fattore di emissione di PM10 pari a 7.5x10-3 kg/Mg di materiale caricato. Ipotizzando una densità del materiale pari a 1.7 Mg/m³, un volume di 30 m3/h in banco escavato con un coefficiente di rigonfiamento terreno escavato / terreno in banco pari a 1.25 la quantità di materiale caricato complessivamente è pari a 64 ton/h da cui risulta che per l'attività di caricamento su camion l'emissione complessiva di PM10 pari a **478 g/h**.

4.2.6.3.5 Transito su piste sterrate

Per il calcolo dell'emissione di particolato dovuto al transito di mezzi su strade non asfaltate si ricorre al modello emissivo proposto nel paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42. Il rateo emissivo orario risulta proporzionale a (i) il volume di traffico e (ii) il contenuto di limo (silt) del suolo, inteso come particolato di diametro inferiore a 75 µm. Il fattore di emissione lineare dell'i-esimo tipo di particolato per ciascun mezzo EF_i (kg/km) per il transito su strade non asfaltate all'interno dell'area industriale è calcolato secondo la formula:

$$EF_i(kg/km) = k_i \cdot (s/12)^{a_i} \cdot (W/3)^{b_i}$$

i: particolato (PTS, PM10, PM2.5)
s: contenuto in limo del suolo in percentuale in massa(%)
W: peso medio del veicolo (Mg)

Tabella 4.2.6-13 Coefficienti variabili in funzione della dimensione del particolato

	k_i	a_i	b_i
PTS	1.38	0.7	0.45
PM_{10}	0.423	0.9	0.45
$PM_{2.5}$	0.0423	0.9	0.45

L'espressione (6) è valida per un intervallo di valori di limo (silt) compreso tra l'1.8% ed il 25.2%. Nel caso in esame si è considerato un valore di s = 7.1% relativo a Sand and gravel processing - Material storage area (Table 13.2.2-1, sezione "Unpaved Roads" AP-42).
Come peso si considera che l'autocarro a vuoto abbia un peso di 16 Mg a vuoto e 42 Mg a pieno carico (16 + 26 Mg). Dall'applicazione dell'espressione risulta un fattore di emissione di PM10 pari a 0.56 kg/km a vuoto e 0.86 kg/km a pieno carico. Considerando che le percorrenze orarie sulla pista sterrata interna al perimetro di cantiere risultano pari a 1,9 km (760 m AR x 2,5 camion/h) l'emissione di PM10 risulta pari a **532 g/h** quando vuoto e **822 g/h** se pieno.

Si riepiloga la somma delle emissioni di PM10 afferenti alle attività di produzione di polveri considerate per lo scenario di cantiere:

Tabella 4.2.6-14 Riepilogo e dettaglio delle emissioni di PM10 nello scenario di cantiere

Descrizione	PM10 [g/h]	contributo
Esausto dai motori dei mezzi di cantiere	17.62	1%
Scavo	19.89	1%
Formazione cumuli	11.52	1%
Erosione del vento dai cumuli	9.38	0.5%
Caricamento	478.13	25%
Transito su sterrato (mezzo vuoto)	532.21	71%
Transito su sterrato (mezzo pieno)	821.66	
TOTALE	**1890**	

Complessivamente si osserva che per le attività svolte nell'area di cantiere è stata stimata una emissione media oraria di circa 1890 g/h. Secondo le linee guida di ARPAT per emissioni inferiori a 493 g/h non è richiesto alcun intervento né valutazione supplettiva mentre oltre 986 *g/h* si presume la non compatibilità ambientale dell'emissione. È necessario, pertanto, valutare l'effetto di mitigazioni.
Analizzando il dettaglio delle emissioni riportato *Tabella 4.2.6-14*, si osserva che oltre il 70% del totale proviene dalla stima associata al trasporto del materiale sulle piste. In genere, per i fattori di emissione in gioco, questa è una delle attività cui corrispondono le maggiori stime di emissione. È possibile considerare l'effetto delle mitigazioni in termini di bagnatura periodica delle piste perché nel sito in esame, data la falda affiorante, le terre sono costantemente bagnate.
Applicando un valore di efficienza di abbattimento pari al 90% ricavato dalla curva sperimentale di figura 4, paragrafo 1.5.1 delle L.g.ARPAT (Moisture ratio del suolo prossimo a 5) l'emissione associata alla voce "Transito su sterrato" risulta adesso pari a 135 g/h anziché i 1354 g/h della precedente stima.
L'emissione complessiva di tutte le attività di cantiere è adesso pari a **672 *g/h***. Per la valutazione degli impatti della fase di cantiere in accordo con il criterio contenuto nelle Linee Guida di ARPAT (Tabella C4 dell'Allegato 2) si deve confrontare l'emissione complessiva di PM10 generata dall'insieme delle attività di cantiere con dei limiti di soglia in funzione della distanza dalla sorgente e del numero di giorni di emissione, riportati nella *Tabella 4.2.6-15*
I primi recettori sensibili (abitazioni civili) individuati attorno all'area si collocano ad una distanza di circa 150 m dal baricentro del cantiere DC01 in direzione Nord.

Tabella 4.2.6-15 Soglie assolute di emissione di PM10 al variare della distanza dalla sorgente e al variare del numero di giorni di emissione (valori espressi in g/h)

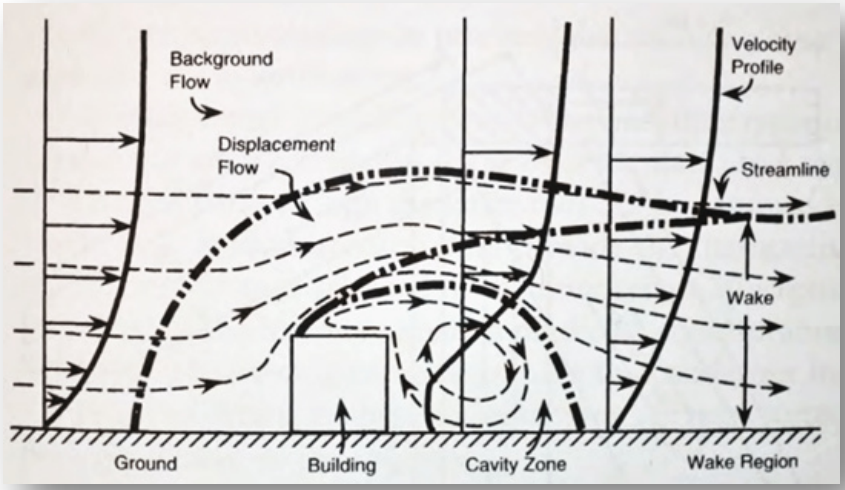
Intervallo di distanza (*m*)	Giorni di emissione all'anno					
	>300	300 ÷ 250	250 ÷ 200	200 ÷ 150	150 ÷ 100	<100
0 ÷ 50	145	152	158	167	180	208
50 ÷ 100	312	321	347	378	449	628
100 ÷ 150	608	663	720	836	1038	1492
>150	830	908	986	1145	1422	2044

Per concludere, assumendo una durata della fase di cantiere pari a un massimo di n. 200 giorni e considerando che il recettore sensibile individuato più prossimo al confine dell'installazione è posto a circa 150 m dal confine stesso, il rateo emissivo ottenuto (pari a 672 g/h), risulta inferiore alla soglia assoluta evidenziata in giallo (836 g/h) valida per il caso in esame e definita dalle Linee guida ARPAT.

4.2.6.4 BUILDING DOWNWASH

L'effetto denominato "Building Downwash" si verifica quando la presenza di un edificio nelle vicinanze di una sorgente emissiva determina una distorsione del flusso atmosferico in grado di interessarla in maniera significativa. Una tale modificazione del flusso può avvenire sia sopravento che sottovento all'edificio, come schematizzato in *Figura 4.2.6-2*.

Figura 4.2.6-2 Schematizzazione degli effetti di modificazione del flusso atmosferico di un ostacolo isolato *(da Liu and Liptak, 1997)*



Sono presenti differenti zone di flusso modificato, all'interno delle quali si possono manifestare celle di ricircolo, come ad esempio sottovento alla sorgente nella cosiddetta zona di cavità, dove si possono manifestare anche sostanziali aumenti dei livelli di turbolenza. Se un pennacchio emesso in prossimità di un edificio viene "intrappolato" all'interno della zona di cavità (nei casi in cui l'altezza di emissione di una sorgente fredda o la quota di livellamento di una sorgente calda lo consentano), il suo impatto al suolo può aumentare significativamente rispetto a quanto si avrebbe in assenza dell'ostacolo.

Nei codici di dispersione applicati a scala locale, come ad esempio SPRAY o CALPUFF, gli effetti legati al building downwash sono considerati sottogriglia rispetto al potere risolutivo del modello, ovvero non vengono simulati attraverso una descrizione diretta del flusso nel campo atmosferico fornito in input, che dovrebbe tenere conto della complessa struttura degli edifici presenti, ma vengono invece 'parametrizzati' attraverso una modificazione dei parametri diffusivi iniziali che interessano il pennacchio emesso. Il codice SPRAY contiene meccanismi di descrizione degli effetti del Building Downwash, ottenuti mediante l'implementazione del modello di Huber e Snyder (Huber e Snyder, 1976, Huber, 1977, Huber e Snyder, 1982) adattato per un modello lagrangiano a particelle, come descritto nella documentazione specifica del codice (Tinarelli et al. 2019).

Per attivare correttamente l'opzione di Building Downwash, è necessario fornire in input al modello, per ognuna delle sorgenti puntuali considerate nel caso specifico, la descrizione degli edifici che vengono visti dal baricentro della sorgente per ognuna delle direzioni dell'angolo giro. In questo modo, ad ogni sorgente è associata una caratteristica degli ostacoli che influiscono sul cammino dei pennacchi in uscita, per qualsiasi direzione essi prendano. Un metodo consolidato per realizzare questa descrizione, compatibile con gli input del modello SPRAY, è quello di utilizzare un preprocessore sviluppato da US-EPA e denominato BPIP (Building Profile Input Program) per introdurre i principi riportati nel Guideline for Determination of Good Engineering Practice Stack Height -Techinical Support Document For the Stack Height Regulations- (EPA, Giugno 1995) per la valutazione del Building Downwash.

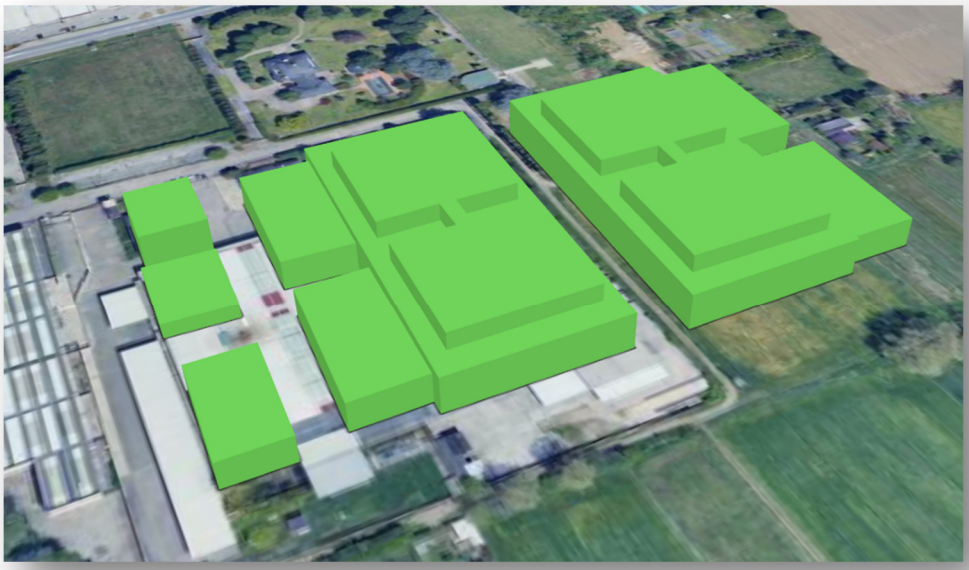
La *Figura 4.2.6-3* mostra la schematizzazione degli edifici digitalizzati, e la *Tabella 4.2.6-16* le relative altezze. La *Figura 4.2.6-4* mostra una rappresentazione tridimensionale degli edifici digitalizzati ed utilizzati in input al codice BPIP.

Figura 4.2.6-3 Rappresentazione in pianta degli elementi/edifici schematizzati per il codice BPIP

Tabella 4.2.6-16 Altezze degli elementi edificati digitalizzati per il codice BPIP

Edificio	Altezza (m)
1	15
2	15
3	15
4	6
5	11
10	22
11	12
12	12
20	22
21	12
22	12

Figura 4.2.6-4 Rappresentazione 3D degli elementi/edifici per il codice BPIP



4.2.7 SIMULAZIONE DELLA DISPERSIONE DI INQUINANTI

I dati territoriali, meteorologici ed emissivi descritti nei precedenti capitoli costituiscono l'input per il modello di dispersione SPRAY; nei paragrafi seguenti viene fornita invece una descrizione generale delle modalità di utilizzo del modello. I risultati saranno presentati nel dettaglio nell'Allegato 4.2-a sotto forma di mappe di concentrazione al suolo dei vari inquinanti. I campi di concentrazione ottenuti tramite SPRAY si riferiscono in particolare agli indicatori statistici riportati nella Tabella del seguente paragrafo, in riferimento al D.Lgs. 155/2010.

4.2.7.1 CONFIGURAZIONE DELLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE DI DISPERSIONE

Per pilotare una simulazione di dispersione, SPRAY utilizza:

- schemi di equazioni differenziali stocastiche dovute a Thomson (1987) per definire le velocità turbolente delle particelle computazionali;
- campi tridimensionali di vento e temperatura a 100 m di risoluzione, forniti da Swift;
- campi bidimensionali di turbolenza z_0, Hmix, u*, L, w* forniti da SurfPro;
- dati di emissione, costituiti sia da informazioni sulla loro geometria e localizzazione spaziale, sia da informazioni sui flussi di massa variabili nel tempo di sostanze gassose e particolate e sul quantitativo di particelle computazionali da emettere nell'unità di tempo. Ad ogni particella viene attribuita una quantità di sostanza dipendente dal flusso emissivo considerato, ottenuto come prodotto della portata e concentrazione all'emissione di ogni sorgente.

Per completare la simulazione su base annua, i modelli vengono richiamati in cascata con frequenza oraria. All'interno di ogni ora, ogni sorgente inserisce nel dominio di calcolo un numero di particelle sufficiente per garantire una risoluzione minima (contributo in

concentrazione di una singola particella computazionale) di circa 0.05 μg/m^3 per la specie NOx, rispetto alle celle per il calcolo della concentrazione al suolo delle dimensioni di 100x100x10 m^3. In questo modo, concentrazioni orarie intorno a 100 μg/m^3 di NOx vengono risolte da circa 2000 particelle per cella di concentrazione, che costituiscono un numero più che sufficiente per considerare statisticamente stabile la simulazione.

Sono state calcolate matrici di concentrazione orarie espresse in μg/m^3. Ogni media oraria di concentrazione è costruita mediante 120 campionamenti dei pennacchi di particelle all'interno dell'ora, effettuati alla frequenza fissa di 30 secondi.

Lo stato finale di ogni ora (posizioni, velocità e masse associate ad ogni particella) viene utilizzato per inizializzare il run dell'ora successiva. In questo modo la simulazione risulta essere continua durante tutto il periodo annuale, descrivendo l'evoluzione spazio-temporale di ogni pennacchio emesso, consentendo inoltre eventuali effetti di ritorno dei pennacchi in presenza di rotazioni del vento durante situazioni di innesco della brezza. Complessivamente vengono quindi prodotti 8760 campi di concentrazione suddivisi secondo quanto descritto in precedenza, nell'intervallo meteorologico a partire dal 1/1/2023 01:00 fino al 31/12/2023 24:00.

La sequenza temporale dei campi di concentrazione orari così ottenuta è stata utilizzata per calcolare i valori statistici relativi alle concentrazioni in aria ambiente per le diverse specie considerate. Le concentrazioni sono state considerate solo nei punti al di fuori del perimetro dell'impianto. Nella *Tabella 4.2.7-1* sono riportati in particolare gli indicatori statistici utilizzati per il confronto con i limiti normativi di riferimento indicati in *Tabella 4.2.2-1*, negli scenari emissivi considerati.

Tabella 4.2.7-1 Indicatori statistici considerati per il confronto con i limiti normativi di riferimento per le varie specie negli scenari emissivi considerati

Parametro	Scenario	Indicatore statistico calcolato
NOx	Manutenzione	Media annuale
	Manutenzione	8° ora più elevata del mese di agosto
	Blackout	Massimo della media mobile su 16 ore
PM	Manutenzione	Media annuale
	Manutenzione	8° giorno più elevato del mese di agosto
	Blackout	Massimo della media mobile su 16 ore
CO	Manutenzione	Massimo della media mobile su 8 ore del mese di agosto
	Blackout	Massimo della media mobile su 16 ore
NH3	Manutenzione	Media annuale
	Blackout	Massimo della media mobile su 16 ore

Per quanto riguarda l'NOx, l'indicatore statistico del 99.8° percentile rappresenta il 18° valore più elevato della distribuzione annuale delle concentrazioni medie orarie ottenute dal modello; valori superiori a 200 μg/m^3 indicano la presenza di un numero di superamenti del limite maggiore di quanto specificato dalla legge (vedi *Tabella 4.2.2-1*). In questo studio, il calcolo è stato riadattato per tenere conto della situazione emissiva, che è più intensa nel mese di agosto; si è quindi considerata in analogia a questo approccio l'ottava ora più elevata del mese di agosto, come descritto nel dettaglio nel Paragrafo 4.2.6.1.

Per quanto riguarda le polveri, occorre ricordare che le emissioni considerate nelle simulazioni riguardano le Polveri Totali Sospese, non essendo disponibile il dettaglio della distribuzione granulometrica. Viene quindi considerata, in maniera estremamente cautelativa, l'assunzione per cui le polveri emesse siano tutte comprese sia nella frazione PM10 che in quella più fine PM2.5. Ciò significa che gli indicatori che riguardano le polveri, calcolati sulla base dei risultati delle simulazioni per le Polveri Totali, vengono confrontati con i limiti di legge per che riguardano sia la frazione PM10 che quella PM2.5. L'indicatore statistico del 90.4° percentile rappresenta il 35° valore più elevato della distribuzione delle concentrazioni medie giornaliere ottenute dal modello sull'anno; valori superiori a 50 $\mu g/m^3$ indicano la presenza di un numero di superamenti del limite maggiori di quanto specificato dalla legge, indicati in *Tabella 4.2.2-1*. In questo studio, il calcolo è stato riadattato per tenere delle emissioni più intense nel mese di agosto; si è quindi considerato in analogia a questo approccio l'ottavo giorno più elevato del mese di agosto, come descritto nel dettaglio nel Paragrafo 4.2.6.1.

4.2.8 STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA PREVISTO DALLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE

4.2.8.1 MAPPE DI CONCENTRAZIONE

Nell'Allegato 4.2-A vengono riportate le mappe di iso-concentrazione per gli indicatori relativi alle specie inquinanti prese in considerazione. In ogni grafico l'area interna al perimetro dell'impianto è indicata in bianco, mentre punto colorato di rosso indica la posizione del massimo di concentrazione. Le scale colorate hanno il livello più alto (in rosa/rosso) corrispondente al valore limite previsto dalla normativa per l'indicatore, ove applicabile. Il dominio mostrato è inferiore a quello utilizzato per la simulazione, incentrato sulla zona limitrofa al data center, dove i valori di concentrazione al suolo sono più elevati.
Per entrambi gli scenari simulati, l'impatto al suolo si estende maggiormente verso Est e verso Ovest rispetto alla posizione dell'impianto, coerentemente con i venti prevalenti che caratterizzano l'area. Per ogni specie, l'impatto di concentrazione massimo simulato risulta inferiore rispetto ai valori limite indicati dal D.Lgs.155/2010.

4.2.8.2 IMPATTO AL SUOLO MASSIMO

La *Tabella 4.2.8-1* riporta il quadro completo dei risultati relativi ai valori massimi nel dominio di calcolo per tutti gli indicatori statistici e specie inquinanti considerate.

In particolare, nello scenario di manutenzione, i massimi di concentrazione stimati dal modello rimangono al di sotto dei limiti stabiliti dalla normativa di diversi ordini di grandezza. Nello scenario di blackout si raggiungono valori di concentrazione più elevati, in particolare per la specie NOx, il cui valore massimo rimane comunque al di sotto del limite di legge. Si ricorda in ogni caso l'assunzione cautelativa di confrontare le concentrazioni totali di NOx con il limite previsto per NO_2.

Tabella 4.2.8-1 Schema riassuntivo dei valori massimi simulati nei due scenari, con riferimento agli indicatori di legge per gli inquinanti considerati

Specie	Indicatore	Scenario	Note	Unità di misura	Massimo nel dominio
NOx	Media annuale	Manutenzione	Assunzione cautelativa: NOx=NO_2	µg/m^3	7.97E-03
NOx	8ava ora più elevata di agosto	Manutenzione	Assunzione cautelativa: NOx=NO_2	µg/m^3	1.06
NOx	Massimo della media mobile su 16 ore	Blackout	Assunzione cautelativa: NOx=NO_2	µg/m^3	187.66
PM	Media annuale	Manutenzione	Assunzione cautelativa: Polveri=PM10=PM25	µg/m^3	6.93E-04
PM	8avo giorno più elevato di agosto	Manutenzione	Assunzione cautelativa: Polveri=PM10=PM25	µg/m^3	0.02
PM	Massimo della media mobile su 16 ore	Blackout	Assunzione cautelativa: Polveri=PM10=PM25	µg/m^3	16.33
CO	Massimo della media mobile su 8 ore di agosto	Manutenzione		mg/m^3	7.03E-04
CO	Massimo della media mobile su 16 ore	Blackout		mg/m^3	0.21
NH3	Media annuale	Manutenzione		µg/m^3	3.19E-03
NH3	Massimo della media mobile su 16 ore	Blackout		µg/m^3	75.06

4.2.8.3 ESTRAZIONI DELLE STATISTICHE SUI RECETTORI

In *Figura 4.2.8-1* viene mostrata la posizione dei recettori sensibili in cui è stato estratto il valore degli indicatori statistici di concentrazione, mentre in

Tabella 4.2.8-2 sono riportate le coordinate degli stessi. I massimi di concentrazione calcolati dal modello ricadono in punti molto vicini al sito del Data Center. Allontanandosi dalle sorgenti, le concentrazioni decrescono repentinamente, assumendo quindi valori più bassi nei punti sensibili del dominio (recettori).

Figura 4.2.8-1 Ubicazione dei recettori sensibili

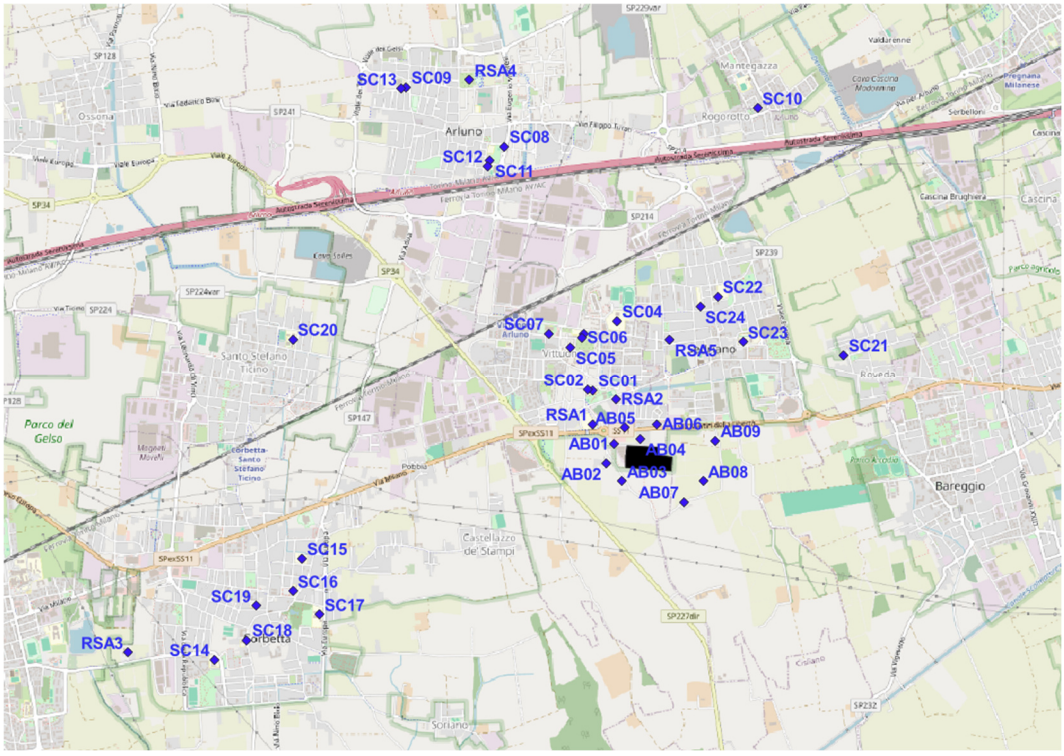


Tabella 4.2.8-2 Posizione dei recettori nel dominio di calcolo.

ID Ric.	DENOMINAZIONE	INDIRIZZO	COMUNE	Coord. Lat	Coord. Lon
SC01	INFANZIA DON MILANI	VIA OLOF PALME N. 1	VITTUONE	496540	5036840
SC02	PRIMARIA D.ALIGHIERI	VIA IV NOVEMBRE 15/23	VITTUONE	496500	5036850
SC03	IC D.ALIGHIERI DI VITTUONE	VIA PIAVE 31	VITTUONE	496460	5037330
SC04	IST.TEC. LICEO ALESSANDRINI	VIALE ZARA 23/A	VITTUONE	496750	5037440
SC05	INFANZIA A. MORO	VIA D.ALIGHIERI N. 1	VITTUONE	496350	5037210
SC06	SEC. I° GRADO E. FERMI	VIA PIAVE N.31	VITTUONE	496450	5037300
SC07	PRIMARIA A. GRAMSCI	VIA GRAMSCI NN.6/8	VITTUONE	496160	5037330
SC08	SEC. I GRADO G. MARCONI	P.ZZA EUROPA 9	ARLUNO	495780	5038930
SC09	PRIMARIA ALDO MORO	VIA DAMIANO CHIESA	ARLUNO	494940	5039440
SC10	PRIMARIA E. DE FILIPPO	VIA S.ISAIA	ARLUNO	497950	5039260
SC11	IC S.PELLICO	PIAZZA EUROPA 9	ARLUNO	495655	5038809
SC12	PRIMARIA S.PELLICO	VIA E. TOTI 2	ARLUNO	495635	5038765
SC13	INFANZIA A. GIROLA	VIA D. CHIESA 2	ARLUNO	494900	5039425
SC14	INFANZIA C. COLLODI	VIA VESPUCCI 49/51	CORBETTA	493300	5034530
SC15	INFANZIA F. MUSSI	VIA PETRARCA 29	CORBETTA	494050	5035400
SC16	SCUOLA SEC. I°S.DA CORBETTA	P.ZZA 1°MAGGIO 16	CORBETTA	493970	5035120
SC17	IC ALDO MORO	VIA EUROPA 1	CORBETTA	494200	5034920
SC18	PRIMARIA VILLA FAVORITA	VIA S. SEBASTIANO	CORBETTA	493575	5034700
SC19	IPSIA VASCO MAINARDI	VIA ROMA1	CORBETTA	493655	5034995
SC20	SEC. I° S. STEFANO TICINO	VIALE REPUBBLICA 35	TICINO	493970	5037280
SC21	PRIMARIA P. VILLANI	VIA VERROCCHIO 5	SEDRIANO	498690	5037145
SC22	PRIMARIA L. FAGNANI	VIA MATTEOTTI 8	SEDRIANO	497610	5037650

ID Ric.	DENOMINAZIONE	INDIRIZZO	COMUNE	Coord. Lat	Coord. Lon
SC23	SEC. I GRADO L. PIRANDELLO	VIA R. DA SEDRIANO	SEDRIANO	497825	5037260
SC24	INFANZIA G. RODARI	VIA MAZZINI	SEDRIANO	497460	5037560
RSA1	RSA IL GELSO	VIA MILANO 51	VITTUONE	496535	5036550
RSA2	CASA DI RIPOSO IL TADDEO	VIA MILANO 39	VITTUONE	496740	5036765
RSA3	RSA DON FELICE COZZI	Via Monte Rosa, 58	CORBETTA	492555	5034595
RSA4	CASA DI RIPOSO – S. PERTINI	VIA ROMA 60	ARLUNO	495480	5039500
RSA5	CASA ANZIANI VILLA CARLA	VIA PIAVE 3	SEDRIANO	497200	5037280
AB01	EDIFICIO ABITATIVO	VIA G. PASCOLI	VITTUONE	496720	5036380
AB02	EDIFICIO ABITATIVO	VIA De AMICIS	VITTUONE	496655	5036210
AB03	EDIFICIO ABITATIVO	STR.VITTUONE CISLIAMO	VITTUONE	496790	5036060
AB04	EDIFICIO ABITATIVO	VIA G. PASCOLI	VITTUONE	496945	5036420
AB05	EDIFICIO ABITATIVO	S.S./S.R. 11	VITTUONE	496815	5036520
AB06	EDIFICIO ABITATIVO	S.S./S.R. 11	VITTUONE	497090	5036550
AB07	EDIFICIO ABITATIVO	STR. VITTUONE CISLIANO	VITTUONE	497320	5035880
AB08	EDIFICIO ABITATIVO	STR.VITTUONE CISLIAMO	VITTUONE	497485	5036060
AB09	EDIFICIO ABITATIVO	VIA PER CISLIANO	VITTUONE	497588	5036404

Le estrazioni per lo scenario di manutenzione sono riportate in *Tabella 4.2.8-3* mentre quelle per lo scenario di blackout sono riportate in *Tabella 4.2.8-4*.

Tabella 4.2.8-3 Estrazioni delle statistiche di concentrazione sui recettori nello scenario di manutenzione. Valori in µg/m3.

Recettore	Media annuale NOx	8ava ora di agosto di NOx	Media annuale PM	8avo giorno di agosto di PM	Media annuale NH3	Max media mobile su 8 ore di agosto di CO
SC01	5.59E-04	7.87E-02	4.86E-05	1.37E-03	2.24E-04	6.24E-02
SC02	5.54E-04	7.87E-02	4.82E-05	1.34E-03	2.22E-04	5.96E-02
SC03	3.38E-04	4.55E-02	2.94E-05	6.57E-04	1.35E-04	4.52E-02
SC04	2.92E-04	3.97E-02	2.54E-05	4.84E-04	1.17E-04	3.65E-02
SC05	3.93E-04	5.38E-02	3.42E-05	7.99E-04	1.57E-04	5.05E-02
SC06	3.50E-04	4.53E-02	3.05E-05	6.90E-04	1.40E-04	4.62E-02
SC07	3.80E-04	5.93E-02	3.31E-05	7.33E-04	1.52E-04	5.17E-02
SC08	1.25E-04	2.30E-02	1.09E-05	2.21E-04	5.01E-05	4.49E-02
SC09	1.00E-04	1.67E-02	8.70E-06	2.01E-04	4.00E-05	1.31E-02
SC10	1.26E-04	3.70E-02	1.09E-05	2.26E-04	5.03E-05	4.86E-02
SC11	1.31E-04	2.25E-02	1.14E-05	2.64E-04	5.25E-05	2.40E-02
SC12	1.38E-04	2.15E-02	1.20E-05	2.77E-04	5.54E-05	2.38E-02
SC13	1.00E-04	1.60E-02	8.73E-06	1.96E-04	4.01E-05	1.29E-02
SC14	5.44E-05	1.00E-02	4.74E-06	2.61E-05	2.18E-05	1.16E-02
SC15	1.39E-04	2.06E-02	1.21E-05	6.47E-05	5.55E-05	1.42E-02
SC16	9.65E-05	1.53E-02	8.40E-06	4.23E-05	3.86E-05	1.55E-02
SC17	8.36E-05	1.84E-02	7.27E-06	3.19E-05	3.34E-05	1.71E-02
SC18	6.50E-05	1.10E-02	5.65E-06	2.57E-05	2.60E-05	1.29E-02
SC19	7.83E-05	1.23E-02	6.81E-06	3.75E-05	3.13E-05	1.18E-02
SC20	1.87E-04	3.18E-02	1.63E-05	4.31E-04	7.50E-05	1.98E-02
SC21	3.95E-04	3.29E-02	3.44E-05	1.14E-04	1.58E-04	5.87E-02
SC22	2.72E-04	9.20E-02	2.36E-05	4.07E-04	1.09E-04	5.67E-02
SC23	3.46E-04	3.38E-02	3.01E-05	2.04E-04	1.38E-04	3.01E-02
SC24	2.97E-04	1.04E-01	2.58E-05	4.89E-04	1.19E-04	6.68E-02

Recettore	Media annuale NOx	8ava ora di agosto di NOx	Media annuale PM	8avo giorno di agosto di PM	Media annuale NH3	Max media mobile su 8 ore di agosto di CO
RSA1	8.28E-04	1.31E-01	7.20E-05	2.46E-03	3.31E-04	1.01E-01
RSA2	5.88E-04	8.00E-02	5.12E-05	1.50E-03	2.35E-04	6.98E-02
RSA3	4.54E-05	7.99E-03	3.95E-06	1.99E-05	1.82E-05	7.91E-03
RSA4	9.26E-05	1.91E-02	8.06E-06	1.85E-04	3.71E-05	3.61E-02
RSA5	3.40E-04	9.88E-02	2.96E-05	5.95E-04	1.36E-04	6.02E-02
AB01	2.79E-03	4.53E-01	2.43E-04	8.98E-03	1.12E-03	3.56E-01
AB02	1.84E-03	3.30E-01	1.60E-04	5.21E-03	7.38E-04	2.26E-01
AB03	1.42E-03	2.75E-01	1.23E-04	3.63E-03	5.67E-04	1.90E-01
AB04	9.84E-03	1.01E+00	8.56E-04	2.14E-02	3.94E-03	8.24E-01
AB05	2.04E-03	3.06E-01	1.77E-04	6.25E-03	8.15E-04	2.66E-01
AB06	1.25E-03	2.47E-01	1.09E-04	2.65E-03	5.02E-04	1.98E-01
AB07	4.64E-04	1.33E-01	4.04E-05	4.47E-04	1.86E-04	1.33E-01
AB08	6.37E-04	5.69E-02	5.54E-05	2.83E-04	2.55E-04	4.20E-02
AB09	8.17E-04	1.29E-01	7.11E-05	2.26E-04	3.27E-04	1.49E-01

Tabella 4.2.8-4 Estrazioni delle statistiche di concentrazione sui recettori nello scenario di blackout. Valori in µg/m3.

Recettore	Max media mobile su 16 ore NOx	Max media mobile su 16 ore PM	Max media mobile su 16 ore NH3	Max media mobile su 16 ore CO
SC01	39.77	3.46	15.91	44.15
SC02	40.55	3.53	16.22	45.01
SC03	36.4	3.17	14.56	40.4
SC04	15.52	1.35	6.21	17.23
SC05	42.72	3.72	17.09	47.42
SC06	38.27	3.33	15.31	42.48
SC07	33.6	2.92	13.44	37.3
SC08	17.76	1.55	7.1	19.71
SC09	19.03	1.66	7.61	21.12
SC10	10.87	0.95	4.35	12.06
SC11	21.03	1.83	8.41	23.34
SC12	23.22	2.02	9.29	25.77
SC13	17.73	1.54	7.09	19.68
SC14	18.44	1.6	7.38	20.47
SC15	21.89	1.9	8.76	24.3
SC16	22.42	1.95	8.97	24.88
SC17	29.16	2.54	11.66	32.37
SC18	20.21	1.76	8.08	22.43
SC19	18.58	1.62	7.43	20.62
SC20	16.11	1.4	6.44	17.88
SC21	49.06	4.27	19.63	54.46
SC22	17.22	1.5	6.89	19.12
SC23	26.58	2.31	10.63	29.51
SC24	16.04	1.4	6.42	17.81
RSA1	57.38	4.99	22.95	63.69
RSA2	34.03	2.96	13.61	37.77
RSA3	11.65	1.01	4.66	12.93
RSA4	13.68	1.19	5.47	15.18
RSA5	19.86	1.73	7.94	22.04

Recettore	Max media mobile su 16 ore NOx	Max media mobile su 16 ore PM	Max media mobile su 16 ore NH3	Max media mobile su 16 ore CO
AB01	63.92	5.56	25.57	70.96
AB02	71.67	6.23	28.67	79.55
AB03	100.84	8.77	40.34	111.93
AB04	119.1	10.36	47.64	132.2
AB05	43.18	3.76	17.27	47.93
AB06	38.27	3.33	15.31	42.48
AB07	67.14	5.84	26.86	74.53
AB08	51.25	4.46	20.5	56.88
AB09	63.61	5.53	25.44	70.6

4.2.8.4 CONFRONTO CON I RISULTATI DEL MODELLO CALPUFF

Ai fini di una verifica/conferma dei risultati derivanti dalle simulazioni modellistiche condotte, si è ritenuto sviluppare una applicazione utilizzando un diverso codice di calcolo. Nello specifico, la configurazione adottata nel modello SPRAY per simulare la dispersione degli inquinanti emessi a causa del funzionamento del Datacenter è stata replicata anche con il modello CALPUFF, comunemente utilizzato negli studi di dispersione, utilizzando gli stessi dati di input. È quindi possibile confrontare i risultati ottenuti tramite i due modelli quale riprova dei valori di concentrazione stimati.

CALPUFF è un sistema di modellazione meteorologica e della qualità dell'aria in condizioni non stazionarie, gestito e distribuito da Lakes Environmental (https://calpuff.org/). Si tratta di uno dei modelli indicati dall'Agenzia per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (EPA) per la valutazione del trasporto a lungo raggio degli inquinanti.

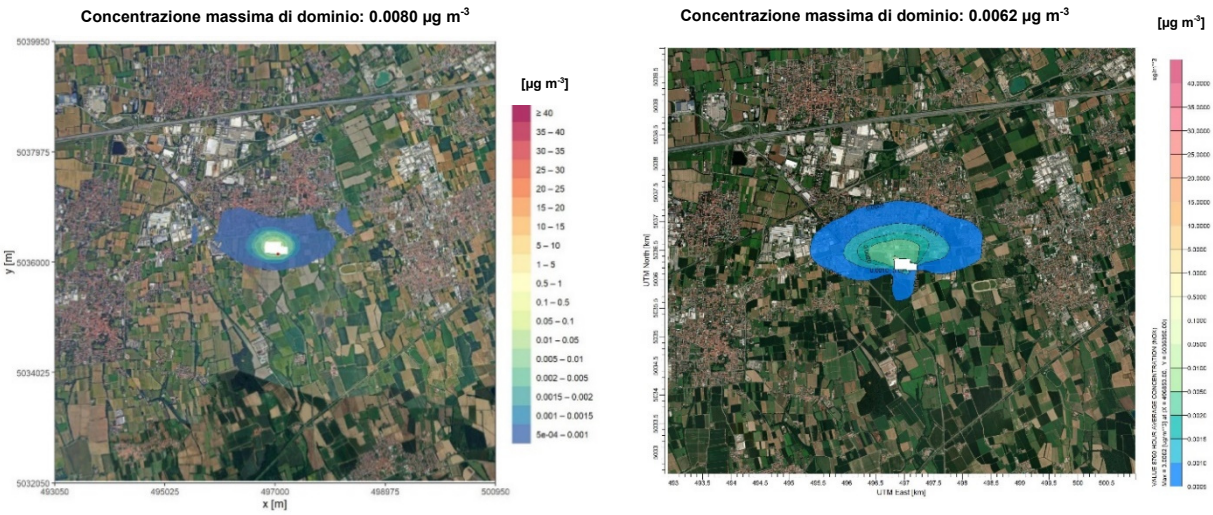
Il modello CALPUFF è un modello di dispersione atmosferica basato su una formulazione a "puff", in cui le emissioni sono rappresentate come una serie di puff discreti che si muovono e si diffondono nell'atmosfera in risposta alle condizioni meteorologiche variabili. Il modello considera le variazioni temporali e spaziali di parametri come vento e temperatura, rendendolo adatto per condizioni complesse o variabili. Ogni puff subisce trasformazioni chimiche, deposizione secca e umida, e interazioni con il terreno, consentendo di simulare il trasporto e la dispersione degli inquinanti sia a brevi che a lunghe distanze. Questo approccio lo rende adatto per modellare situazioni con geometrie complesse o fenomeni atmosferici dinamici.

Si presenta in Figura 4.2.8 2 il confronto per la media annuale delle concentrazioni di NO_x nello scenario di manutenzione. Dal confronto si osserva che i valori di concentrazione attesi sono sostanzialmente sovrapponibili, pur trattandosi di codici di calcolo strutturalmente diversi.

Da questo confronto emerge come CALPUFF produca un pattern di concentrazione al suolo leggermente più ampio rispetto a SPRAY e più allungato verso Nord, ma con valore di concentrazione massimo delle concentrazioni al suolo lievemente inferiore in CALPUFF rispetto a SPRAY. Si attribuisce questo comportamento alle diverse formulazioni dei due modelli, in particolare al fatto che CALPUFF utilizza un approccio che tiene conto della dispersione tridimensionale dei puff intorno al loro baricentro, mentre SPRAY adotta un approccio lagrangiano a particelle più dettagliato, che consente una rappresentazione più fine delle condizioni atmosferiche locali e della turbolenza a piccola scala.

Considerando i valori di concentrazione assai ridotti, l'elemento di maggiore interesse è tuttavia rappresentato dalla conferma dei risultati stimati derivante dalle simulazioni modellistiche presentate nei paragrafi precedenti.

Figura 4.2.8 2 Confronto tra le concentrazioni medie annuali di NOx calcolate da SPRAY (a sinistra) e CALPUFF (a destra), nello scenario di manutenzione.



4.2.9 CONCLUSIONI

Con riferimento alla fase di esercizio il potenziale impatto sulla qualità dell'aria è connesso ai rilasci in atmosfera per le e prove periodiche e alle attività di manutenzione dei gruppi elettrogeni di emergenza. Solo in caso di evento accidentale con interruzione della fornitura di energia elettrica, potrebbero aggiungersi le emissioni dovute alla produzione elettrica dei suddetti impianti.

La potenziale variazione dello stato di qualità attuale dell'aria in conseguenza delle emissioni dei gruppi elettrogeni è stata analizzata mediante l'applicazione di simulazioni modellistiche per lo studio della dispersione e ricaduta al suolo degli inquinanti in atmosfera valutando il contributo delle emissioni generate dai gruppi elettrogeni sui livelli di inquinamento ante operam su un'area di 20 x 20 km^2.

Per la ricostruzione della dispersione delle emissioni considerate è stato adottato un modello lagrangiano a particelle, denominato SPRAY, ampiamente utilizzato e particolarmente adatto a descrivere la dispersione atmosferica in questo tipo di situazioni. L'informazione meteorologica necessaria per pilotare queste simulazioni è stata ricostruita mediante l'utilizzo di un modello prognostico alle equazioni primitive RAMS, e un sistema per la discesa di scala costituito dai modelli SWIFT e SurfPro. Attraverso questo sistema sono stati generati campi tridimensionali meteorologici sull'area in esame alla risoluzione target di 100 m.

Sono stati considerati gli inquinanti emessi dall'impianto, ovvero ossidi di azoto, polveri, monossido di carbonio e ammoniaca, confrontandoli con i valori limite previsti dalla normativa e con le concentrazioni di fondo che caratterizzano l'area in esame. Sono stati analizzati due diversi scenari emissivi, uno manutentivo e uno di blackout.

Per entrambi gli scenari, i risultati modellistici mostrano la presenza di un impatto trascurabile dell'impianto in esame, nonostante le numerose ipotesi cautelative assunte.

I pattern di inquinamento al suolo generati dall'impianto risultano essere coerenti con la rosa dei venti che caratterizza la zona estendendosi maggiormente in direzione Est-Ovest. Tutte le statistiche analizzate sono risultate inferiori di almeno un ordine di grandezza rispetto ai limiti di legge. Per quanto riguarda l'impatto *long term* dell'impianto, considerando le indicazioni riportate nell'Allegato 5 del documento emesso da APAT "Gli effetti sull'ambiente dovuti all'esercizio di un'attività industriale: identificazione, quantificazione ed analisi nell'ambito dei procedimenti di autorizzazione integrata ambientale" circa l'identificazione degli effetti non significativi delle emissioni in aria, si può affermare che non sia significativo sia per gli ossidi di azoto che per le polveri, in quanto il valore massimo delle concentrazioni medie annuali al suolo risulta inferiore al 1% del valore di fondo che caratterizza l'area.

Per quanto riguarda invece l'impatto *short term,* analizzato nello scenario manutentivo attraverso i valori delle medie orarie per gli ossidi di azoto, delle medie giornaliere per le polveri, e della media mobile su 8 ore per il monossido di carbonio, si può affermare che l'impianto non comporta nessuna variazione dello stato di qualità attuale, anche nell'ipotesi cautelativa considerata che gli ossidi di azoto totali simulati rappresentino il biossido di azoto normato. Considerazioni analoghe valgono anche per lo scenario di blackout, nonostante la statistica scelta per le valutazioni (massimo della media mobile su 16 ore) selezioni cautelativamente il contributo di concentrazione al suolo più alto nelle diverse condizioni meteorologiche dell'anno.

Le considerazioni sopra esposte valgono con maggiore evidenza per i tutti ricettori sensibili in relazione alla loro distanza rispetto ai punti nei quali si verificano i valori massimi di concentrazione.

4.2.10 APPENDICE

Per le simulazioni annuali e il calcolo dei valori di concentrazione e deposizione al suolo è stata utilizzata la suite di programmi contenuta nel pacchetto *ARIA Impact 3D*, costituita da Swift per la ricostruzione diagnostica dei campi di vento su terreno complesso, da SurfPro 3.0 per la ricostruzione dei campi di turbolenza e dal modello di dispersione lagrangiano a particelle Spray 3.1. L'insieme dei programmi citati consente infatti di tenere conto in maniera diretta sia dell'orografia che di eventuali disomogeneità del terreno (come ad esempio la presenza di interfaccia terra-mare), simulando condizioni meteo-dispersive che presentano variazioni nelle tre dimensioni e nel tempo.

Nei prossimi paragrafi è contenuta una descrizione generale dei codici e delle loro principali funzionalità, per una descrizione più dettagliata, si rimanda ai manuali specifici citati nel seguito.

4.2.10.1 MODELLO SWIFT

Swift sviluppato da EDF e ARIA Technologies S.A. (Aria Technologies, 2010, Finardi et al. 1998) è un codice "mass-consistent" di tipo diagnostico in grado di ricostruire i campi tridimensionali di vento e temperatura.
Per la ricostruzione del campo di vento, il modello opera essenzialmente in due fasi:

- nella prima effettua l'interpolazione sul dominio di calcolo tridimensionale dei dati di vento forniti in input;

- nella seconda, detta di analisi oggettiva, applica il principio fluidodinamico di conservazione della massa ad ogni cella del dominio e produce un campo di vento definito aggiustato.

La fase di aggiustamento consiste nella soppressione della divergenza presente nel campo interpolato, attraverso la minimizzazione del seguente funzionale:

$$I(u,v,w,\lambda)=\int_V (u-u_0)^2+(v-v_0)^2+\alpha(w-w_0)^2+\lambda\nabla\cdot\underline{u}\ dV$$

con: u_0, v_0, w_0 componenti cartesiane del campo interpolato;
u, v, w componenti cartesiane del campo aggiustato;
λ è il moltiplicatore di Lagrange;
$\nabla\cdot\underline{u}$ è la divergenza del vettore vento $\underline{u}$ = (u, v, w).

Il parametro α consente di pesare diversamente l'aggiustamento delle componenti orizzontali e verticali della velocità del vento: con α=1 non c'è differenza nel grado di aggiustamento, mentre valori più piccoli/grandi di α fanno sì che l'aggiustamento sia operante principalmente sulla componente orizzontale/verticale del campo di vento. Inoltre, poiché da α dipende la parte di flusso che aggira l'ostacolo orografico in rapporto a quella che lo oltrepassa verticalmente, il suo valore è usato spesso per tenere conto della stabilità atmosferica sul flusso.
La componente verticale del campo di vento (w) normalmente non viene considerata durante la fase di interpolazione, in quanto non si dispone di una rete tridimensionale di misura per tale parametro, quindi si considera w_0=0 per ogni cella del dominio e, di fatto, w viene generata dal modello durante la fase di aggiustamento.
Per costruzione, i modelli di tipo "mass-consistent" hanno la caratteristica di produrre il migliore campo di vento a divergenza nulla che minimizza lo scostamento complessivo dall'iniziale interpolazione grezza delle misure. Per questo motivo, la prima fase di interpolazione delle misure di vento riveste grande importanza nel processo di ricostruzione del campo di vento finale. Inoltre il campo interpolato che si ottiene dipende spesso dalla configurazione spaziale delle postazioni di misura, oltre che dalle quote di misura dei profili verticali.
Swift consente di scegliere tra diversi metodi di interpolazione: propone l'interpolazione di Cressman pesata sull'inverso del quadrato della distanza, che può essere effettuata separatamente per i diversi strati verticali (Cressman 2D) o in maniera tridimensionale (Cressman 3D), e il metodo non isotropo di triangolazione delle misure al suolo associato ad un'interpolazione tridimensionale delle misure in quota (profili verticali). L'interpolazione dei dati di vento viene eseguita indipendentemente per ognuna delle componenti cartesiane del vettore vento. Più esplicitamente, il metodo Cressman 2D consiste dapprima nell'interpolare linearmente sugli strati verticali del reticolo i profili di vento, quindi nel calcolare, per ogni strato, le componenti del vento nei punti di coordinate (x,y) della maglia, secondo le equazioni:

$$U_i(x,y,k)=\frac{\sum_{n=1}^{NMSUR}\left[U_i(x_n,y_n)P_n(x,y)\right]}{\sum_{n=1}^{NMSUR}P_n(x,y)} \qquad i=1,2$$

con: U_1= u_0 e U_2 =v_0 , componenti orizzontali del campo interpolato;
NMSUR, numero di stazioni dello strato:

- per il primo strato sopra il suolo (k=2), NMSUR è il numero delle misure al suolo utilizzate;
- per gli strati sovrastanti, NMSUR è pari al numero delle misure interpolate a partire dai profili considerati;
- P_n(x, y) il peso associato alla postazione di misura ed espresso dalla funzione:

$$P_n(x,y) = \frac{1}{r_n^2}$$

dove:

- $r_n = \frac{R_n}{P_h}$;
- $R_n = \sqrt{(x - x_n)^2 + (y - y_n)^2}$, distanza del punto maglia (x,y) dalla stazione di coordinate (x_n , y_n);
- P_h il parametro di portata orizzontale, calcolato automaticamente da Swift, in funzione della distanza tra le stazioni e del passo della maglia orizzontale.

Al termine di questa inizializzazione del campo tridimensionale, mediante una funzione esponenziale può essere eseguito un raccordo tra il campo alla superficie $U_i(x,y,2)$, relativo al primo strato della maglia, e quello in quota $U_i(x,y,k)$, riguardante i restanti strati del reticolo. Tutto ciò in modo da attenuare le discontinuità che possono insorgere per il fatto che, per il livello superficiale vengono utilizzate solo le misure delle postazioni al suolo, mentre per i livelli sovrastanti vengono usate solo le misure dei profili di vento.
Nella interpolazione di tipo Cressman 3D, il peso $P_n(x, y, z)$ è funzione della distanza tridimensionale e le componenti orizzontali di ogni cella del grigliato, $U_i(x, y, k)$, sono calcolate tenendo conto non solo della distanza in senso orizzontale ma anche della quota a cui è stata effettuata la misura. In questo modo si ha una ricostruzione più continua dei profili di ogni cella.

4.2.10.2 MODELLO SURFPRO3

Il codice SurfPro sviluppato da ARIANET S.r.l. (Silibello, 2006, ARIANET, 2015), è un preprocessore meteorologico in grado di ricostruire le principali variabili che descrivono la turbolenza atmosferica su terreno complesso, necessarie in input a modelli di dispersione. Il codice riceve in input i campi tridimensionali di vento e temperatura generati da Swift, eventuali variabili meteorologiche disponibili sul territorio in esame (quali ad esempio la nuvolosità ora per ora disponibile dai campi provenienti da un modello prognostico) e la matrice di dati di uso del suolo, su un grigliato orizzontale corrispondente a quello dei dati di vento, in grado di descrivere la non omogeneità orizzontale del terreno nella risposta alla forzante radiativa solare e la conseguente disomogeneità nei campi di turbolenza che si vengono a determinare. Utilizzando diversi schemi di parametrizzazione della turbolenza consolidati in letteratura, il codice ricostruisce campi bidimensionali delle seguenti variabili:

- altezza di rugosità z_0;
- altezza dello strato limite notturno o dello strato limite convettivo diurno Hmix;
- velocità di frizione u_*;
- altezza di Monin-Obukhov L;
- velocità convettiva di scala w_*;

Il programma tiene inoltre conto sia dell'inclinazione dei pendii rispetto a quella dei raggi solari che degli effetti d'ombra presenti a causa dell'eventuale mascheramento provocato dall'orografia.
SurfPro è in grado di stimare le velocità di deposizione per specie chimiche gassose e per il particolato. Per le specie gassose implementa uno schema resistivo per cui:

$$V_d = \frac{1}{R_a + R_b + R_s}$$

Dove R_a rappresenta la resistenza aerodinamica, dipendente dalle caratteristiche della superficie e dalle condizioni di stabilità atmosferica, R_b la resistenza di strato limite che descrive i processi di diffusione molecolare che avvengono nel trasporto degli inquinanti attraverso lo strato laminare intorno a superfici solide e R_c la resistenza superficiale che racchiude gli effetti dell'eventuale vegetazione presente sulla superficie legati a stomi fogliari, cuticole fogliari, resistenza del canopy inferiore (ad esempio di cortecce steli ecc.), e resistenza della superficie del suolo.
Per ogni specie gassosa di cui si vuole considerare la deposizione al suolo vanno forniti parametri quali ad esempio il coefficiente della legge di Henry, diffusività della specie, reattività e coefficiente di solubilità α^* della specie gassosa in acqua.
La velocità di deposizione del particolato dipende dalla distribuzione dimensionale e dalla densità delle particelle. Le particelle di grandi dimensioni hanno una velocità di sedimentazione più significativa che agisce parallelamente alle altre resistenze. Le particelle molto piccole si comportano in modo simile ai gas, sebbene diffondano più lentamente. Maggiori dettagli sono disponibili sul manuale di SurfPro citato all'inizio del paragrafo e in Seinfeld e Pandis (1988).

4.2.10.3 MODELLO SPRAY 3.1

Spray 3.1 sviluppato da ARIANET S.r.l. e ARIA Technologies S.A. (Tinarelli et al., 1994, 1999, 2019) è un modello tridimensionale per la simulazione della dispersione di inquinanti in atmosfera in grado di tenere conto delle variazioni del flusso e della turbolenza atmosferica sia nello spazio (condizioni disomogenee) che nel tempo (condizioni non stazionarie). È in grado di ricostruire campi di concentrazione determinati da sorgenti puntiformi, lineari, areali o volumetriche. L'inquinante è simulato da "particelle virtuali" il cui movimento è definito sia dal vento medio locale che da velocità casuali che riproducono le caratteristiche statistiche della turbolenza atmosferica. In questo modo, differenti parti del pennacchio emesso possono "vedere" differenti condizioni atmosferiche, permettendo simulazioni più realistiche in condizioni difficili da riprodurre con modelli tradizionali (calma di vento, inversione di temperatura con la quota, impatto con orografia complessa, dispersione in siti con forti discontinuità spaziali tipo terra-mare o città-campagna).
Il moto di ogni particella viene ricostruito utilizzando le equazioni:

$$x(t+\Delta t) = x(t) + u_x(t)\cdot\Delta t \quad ; \quad u_x(t) = \overline{U_x}(t) + u_x^{'}(t)$$

$$y(t+\Delta t) = y(t) + u_y(t)\cdot\Delta t \quad ; \quad u_y(t) = \overline{U_y}(t) + u_y^{'}(t)$$

$$z(t+\Delta t) = z(t) + u_z(t)\cdot\Delta t \quad ; \quad u_z(t) = \overline{U_z}(t) + u_z^{'}(t)$$

dove x, y, z rappresentano le coordinate cartesiane di ogni singola particella nel dominio tridimensionale e u_x, u_y, u_z le componenti delle velocità, suddivise in parte media e fluttuazione turbolenta. La parte media, responsabile del trasporto degli inquinanti, è ottenuta da Swift nel sistema di riferimento *terrain-following* x,y,s, in cui la coordinata verticale s è definita come:

$$s = \frac{z - z_g}{z_{top} - z_g}$$

dove z è la coordinata geometrica verticale, z_{top} l'altezza del dominio di calcolo e $z_g(x,y)$ l'altezza dell'orografia. Le particelle interpolano linearmente il valore del vento nel punto x,y,z in cui si trovano utilizzando i valori di tali matrici. SPRAY 3.1 consente di simulare condizioni non stazionarie interpolando linearmente nel tempo il valore tra quelli di due matrici successive.
Le fluttuazioni turbolente u'_x, u'_y e u'_z, responsabili della diffusione, sono determinate risolvendo le equazioni differenziali stocastiche di Langevin:

$$u'_i(t+\Delta t) = a_i(x,u(t),t)\Delta t + b_i(x,u(t),t)\Delta\xi; \qquad i = x,y,z$$

dove *a* e *b* sono funzioni della posizione e della velocità di ogni particella e dipendono dalle caratteristiche della turbolenza e dallo schema risolutivo utilizzato. SPRAY 3.1 implementa gli schemi indicati da Thomson (1984, 1987).
Spray 3.1 è in grado di simulare i fenomeni di deposizione secca ed umida. La deposizione secca viene simulata mediante un metodo di rimozione probabilistico orientato alla particella, derivato dalla soluzione dell'equazione di Fokker-Planck (Boughton et al., 1987), che impone una condizione al contorno al suolo tale da garantire, in ogni intervallo di tempo Δt, che il flusso di deposizione sia proporzionale alla concentrazione al suolo, secondo un coefficiente rappresentato dalla velocità di deposizione. La massa rimossa dalla particella viene accumulata nella cella sottostante consentendo il calcolo dei flussi di deposizione per ogni specie considerata.
La deposizione umida viene calcolata in presenza di precipitazione ipotizzando che, in ogni intervallo di tempo Δt, vi sia un decadimento o rimozione della massa di una specie associata alla particella secondo la legge esponenziale

dove: S è definito come coefficiente di washout, proporzionale alla precipitazione
- S = S1 R
- R rappresenta il rateo di precipitazione in mm/ora e S1 è il coefficiente standardizzato di washout, dipendente dalla specie o dalla granulometria di particolato e riferito alla precipitazione standard di 1 mm/ora.

Per pilotare una simulazione di dispersione che tenga anche conto dei fenomeni di deposizione secca e umida, SPRAY 3.1 utilizza principalmente:

- campi tridimensionali di vento e temperatura, forniti da Swift;
- campi bidimensionali di turbolenza z_0, Hmix, u*, L, w* forniti da SurfPro;
- cambi bidimensionali di velocità di deposizione secca variabili nel tempo forniti da SurfPro, campi bidimensionali di precipitazione in mm/h, coefficienti di washout per le specie considerate
- dati di emissione, costituiti da una sequenza di informazioni sulla loro geometria e localizzazione spaziale, sulle quantità in massa emesse per ciascuna delle specie inquinanti prese in considerazione nella simulazione e sul numero di particelle da utilizzare. Ad ogni particella viene attribuita una massa per ogni specie, dipendente dalle caratteristiche della sorgente nel momento in cui viene emessa, simulando in questo modo condizioni non stazionarie. Il modello tiene inoltre conto dell'eventuale risalita di pennacchi caldi emessi da ciminiere di impianti industriali, secondo lo schema sviluppato da Anfossi (1993).

Il modello, nella versione utilizzata per il presente studio, contiene inoltre un algoritmo per considerare gli effetti di building downwash basato sul modello di Huber-Snyder (Huber and Snyder, 1976, 1982, Huber, 1977), con alcuni adattamenti specifici per un modello di dispersione lagrangiano a particelle (Tinarelli, 2019).

4.2.10.4 APPLICAZIONE DEI CODICI

La suite di codici Swift-SurfPro-SPRAY di cui si compone il sistema *ARIA Impact 3D* vanta una lunga storia di applicazioni e validazioni realizzate in differenti siti e condizioni, che hanno progressivamente portato il sistema ad una sempre maggiore affidabilità. Questo fatto, insieme allo sviluppo di sistemi di calcolo sempre più potenti e veloci, ha consentito di allargare il campo di applicazioni che inizialmente, per questo tipo di modelli, erano legate a studi di breve periodo per sorgenti convogliate singole.

Molto dello sviluppo iniziale si è realizzato grazie a fruttifere collaborazioni tra tecnici facenti capo alla struttura di ricerca ENEL ed istituzioni nazionali di ricerca scientifica, come il CNR (Istituto di Cosmogeofisica di Torino e istituto FISBAT di Bologna poi confluiti nell'istituto ISAC), il Politecnico di Milano, l'Università di Alessandria e società private, come ARIA Technologies di Parigi, responsabile in primis del codice Swift. Alcuni di questi istituti continuano ancora oggi l'attività di sviluppo di parti dei codici. Sono state inoltre aperte anche collaborazioni in ambiente internazionale per lo sviluppo e l'utilizzo del codice (in Polonia, Spagna, Brasile, Francia).
Il modello lagrangiano Spray, che costituisce l'elemento finale della catena, ha implementato al suo interno schemi di calcolo per le equazioni stocastiche sviluppati nella seconda metà degli anni ottanta (Thomson, 1984, 1987). Da allora non sono stati fatti sostanziali passi avanti in senso applicativo, pur proseguendo la ricerca su questi tipi di modelli.
Nell'anno 2000, la maggior parte dei tecnici responsabili del progetto legato al modello SPRAY ed agli altri elementi della suite, hanno formato la società ARIANET S.r.l., che attualmente manutiene e sviluppa i codici in stretta collaborazione con la società Aria Technologies di Parigi.
Inoltre, SPRAY si trova inserito del database Europeo MDS (Modelling Documentation System, http://air-climate.eionet.eu.int/databases/MDS/index_html), che raccoglie le informazioni sui principali modelli meteo-dispersivi disponibili in Europa.
Le prime validazioni sul modello lagrangiano a particelle sono state eseguite su terreno piatto, allo scopo di verificarne le performance attraverso il confronto con i dati di campagne sperimentali con traccianti (Brusasca et al., 1989 e 1991). In particolare, le validazioni eseguite su dataset internazionali, sia per situazioni convettive e neutre, sia in casi di calma di vento e forte stabilità, hanno consentito lo sviluppo di algoritmi ad hoc per il trattamento di queste condizioni dove altri modelli più semplici mostrano debolezze.
Le prime applicazioni del codice Spray in terreno complesso sono state effettuate in condizioni controllate sui dati di galleria del vento dell'esperimento EPA (Tinarelli et al., 1994). Questo tipo di elaborazioni ha consentito una prima messa a punto del codice su terreno complesso, che ha fornito risultati notevoli riproducendo l'esperimento in maniera estremamente soddisfacente.
A partire da questa validazione il codice, accoppiato a Swift e SurfPro, è stato utilizzato in numerosi studi. Alcuni di questi erano volti a dimostrare la maggiore qualità fornita da un modello a particelle rispetto ad approcci alternativi più semplici, come modelli gaussiani o modelli a traiettorie, in presenza di un limitato numero di sorgenti.
Molti tra i lavori effettuati con la suite modellistica hanno portato a presentazioni a convegni internazionali o a pubblicazioni su riviste specializzate. Tra questi si possono citare i lavori di verifica dell'impatto della centrale termoelettrica di Sostanj, in Slovenia (Boznar et al., 1994) e la ricostruzione della dispersione di inquinanti in valli alpine (Anfossi et al 1998, Desiato et al., 1998). Successivamente sono stati prodotti studi scala temporale climatologica annuale (Finardi et al., 1998, Brusasca et al. 2001), mettendo in evidenza i problemi generati dal modello gaussiano nelle situazioni di impatto con l'orografia e la più corretta descrizione da parte del modello a particelle.
La suite modellistica è stata inoltre implementata in sistemi di controllo automatico dell'inquinamento in aree industriali quali ad esempio quelle di Marghera (VE), Brindisi, Taranto (progetto SIMAGE, Nordvik e Brusasca, 2004) e Priolo (SR) (Brusasca et al, 2004), la centrale nucleare di Krsko in Slovenia (Breznik et al, 2002) e la discarica di rifiuti tossici nocivi di Barricalla (Pacitti et al. 1997).
L'area di applicazione della suite modellistica si è inoltre allargata a situazioni complesse a scala provinciale o regionale, nelle quali è prevista l'integrazione con reti di monitoraggio ed inventari di emissioni. In questi casi il sistema modellistico è stato utilizzato sia per la ricostruzione di situazioni reali, sia per la realizzazione di scenari. Il quantitativo di emissioni considerate in queste applicazioni risulta notevolmente differente rispetto ai casi descritti in

precedenza, aumentando in misura considerevole e raggiungendo in alcuni casi il numero di alcune migliaia.
Tra queste applicazioni si possono citare quelle utilizzate da ARPA Valle d'Aosta (Pession et al., 2005) e Piemonte (Calori et al, 2003), Provincia di Torino (Cuffini et al., 2000), Comune di Taranto (Gariazzo et al., 2005), porto di Taranto (Gariazzo et al, 2007) e Venezia, collaborando con il CNR ISAC di Torino (Trini Castelli, Mortarini e Tinarelli, http://www.corila.it/sites/pub/6-Report_finale_ISAC_DISPERSIONE.pdf).
La suite modellistica in oggetto è stata, inoltre, utilizzata per la realizzazione di scenari che consentono una valutazione di impatto di opere progettate o in funzione. Tra questi lavori si possono citare lo studio di impatto della Pedemontana Lombarda, del progettato tunnel di Mestre, la valutazione modellistica della dispersione e della ricaduta al suolo degli inquinanti emessi dal traffico veicolare lungo la Val di Susa (Nanni et al. 1996), l'autostrada A22 per il progettato tunnel di base del Brennero e la verifica dell'impatto del transito di un diverso numero di TIR a seguito della riapertura del tunnel del Monte Bianco (Pession et al., 2005).
Numerosi altri lavori studi sono stati realizzati da ARIANET S.r.l., utilizzando la suite modellistica, per valutare gli impatti sia di impianti industriali in diversi contesti (Centrali Termoelettriche o Impianti di Termovalorizzazione, Cartiere, Discariche, Raffinerie, Acciaierie, industria del cemento), di opere stradali, di infrastrutture (porti ed aeroporti) sul territorio italiano e all'estero, che hanno portato alla realizzazione di rapporti interni non divulgabili.
L'intero sistema modellistico è attualmente installato presso Arpa Valle d'Aosta, Arpa Piemonte, Arpa Lombardia, Arpa Friuli, Arpa Lazio, Arpa Molise, Arpa Puglia, Arpa Basilicata e Arpa Calabria dove viene utilizzato per gli scopi delle agenzie.

4.2.11 BIBLIOGRAFIA

ARIANET (2015) SURFPro3 (SURrface-atmosphere interFace PROcessor, Version 3) Reference guide. http://95.228.102.186/trac/SURFPro.

ARIANET (2020) FARM (Flexible Air Quality Regional Model) Model Formulation and User Manual - Version 5.1

Aria Technologies (2010): Swift General Design Manual. ARIA Report, March 2010, Aria Technologies 2001.

Anfossi D., Ferrero E., Brusasca G., Marzorati A., Tinarelli G. (1993) "A simple way of computing buoyant plume rise in Lagrangian stocastic dispersion models", Atmospheric Environment 27A, 1443-1451.

Anfossi D., F. Desiato, G. Tinarelli, G. Brusasca, E. Ferrero, D. Sacchetti, (1998) "TRANSALP 1989 Experimental Campaign - part II: Simulation of a tracer experiment with Lagrangian particle models.", Atmospheric Environment, 32, 7, 1157-1166.

Boughton B.A., De Laurentis, J.M. (1987) A stochastic model for particle dispersion in the atmosphere. Boundary Layer Meteorology, 40, 147-163.

Boznar M., Brusasca G., Cavicchioli C., Faggian P., Finardi S., Mlakar P., Morselli M.G., Sozzi R., Tinarelli G.: "Application of advanced and traditional diffusion models to an experimental campaign in complex terrain". Reprint of Second International Conference "Air Pollution 1994", 27-29 Sept 1994, Barcelona, Spain, pp. 159-166.

Breznik B., Boznar M., Mlakar P., Tinarelli G., (2002) "Dose protection using dispersion models" 8th Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Sofia, 14-17 October, 409-413.

Brusasca G., Tinarelli G., Anfossi D. (1989) "Comparison between the results of a Monte Carlo atmospheric diffusion model and tracer experiments", Atmospheric Environment 23, 1263-1280.

Brusasca G., Tinarelli G., Anfossi D. (1992) "Particle model simulation of diffusion in low windspeed stable conditions", Atmospheric Environment 26, 707-723.

Brusasca G., Carboni G., Finardi S., Sanavio D., Tinarelli G., Toppetti A. (2001) "Comparison of a Gaussian (ISC3) and a Lagrangian Particle Model (SPRAY) for Regulatory applications in Flat and Complex Terrain Sites Representative of Typical Italian Landscape", Proceedings of the 7th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, Belgirate, Italy, May 28-31, 2001, 130-134.

Brusasca G., Tinarelli G., D'Allura A., GAmbienteadoro A., Carta R., Valastro G., Zerbo M. (2004) "Integration of measurement and modelling systems to reconstruct pollution impacts around the industrial area of Priolo (Sicily)" 13th IUAPPA World Clean Air and Environmental Protection Congress and Exibition, London, UK, 22-27 August 2004.

Calori G., De Maria R., M. Clemente, F. Lollobrigida, S. Finardi, G. Tinarelli "Air quality integrated assessment in Turin urban area using atmospheric transport and dispersion models" 4th International Conference on Urban Air Quality Measurement, Modelling and Management. Prague, 25-27 March 2003, 214-217.

Carson D.J. (1973) The development of a dry inversion-capped convectively unstable boundary layer Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 99, 450-467.

Cornelis C., De Fré K. et al. (2007) "Proposal for environmental guideline values for atmospheric deposition of dioxins and PCBs – Final Report", 2007/IMS/R/277, VITO, 2007.

Cuffini S., Pavone F., Anfossi D., Nanni A., Tinarelli G.: "Metodologie integrate per il controllo della qualità dell'aria in aree ad alta urbanizzazione". Proceedings of the congress "Arie di città" – Bologna 28-30 Novembre 2000.

Breiman, L.: "Random Forests." Machine Learning, 45, 5–32, 2001

Desiato F., Finardi S., Brusasca G. and Morselli M.G.: 1998, "TRANSALP 1989 Experimental Campaign - Part I: Simulation of 3-D Flow with Diagnostic Wind Field Models", Atmospheric Environment, 32, 7, 1141-1156, 1998.

Finardi S., Tinarelli G., Faggian P. and Brusasca G.: 1998, "Evaluation of Different Wind Field Modeling Techniques for Wind Energy Applications over Complex Topography", Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 74-76, 283-294, 1998.

Gariazzo C., Papaleo V., A. Pelliccioni, G. Calori, P. Radice, G. Tinarelli (2005) Air Pollution Impact Assessment of a Complex Industrial-Urban Area by means of a Lagrangian Particle Model" 3rd International Symposium on Air Quality Management at Urban, Regional and Global scale. Istanbul, 26-30 Sept. 2005.

Holtslag A.A.M., van Ulden A.P. (1983) Scaling the Atmospheric Boundary Layer, Boundary Layer Meteorology, 36, 201-209.

Kukkonen, J., Olsson, T., Schultz, D. M., Baklanov, A., Klein, T., Miranda, A. I., Monteiro, A., Hirtl, M., Tarvainen, V., Boy, M., Peuch, V.-H., Poupkou, A., Kioutsioukis, I., Finardi, S., Sofiev, M., Sokhi, R., Lehtinen, K. E. J., Karatzas, K., San José, R., Astitha, M., Kallos, G., Schaap, M., Reimer, E., Jakobs, H., and Eben, K.: A review of operational, regional-scale, chemical weather forecasting models in Europe, Atmos. Chem. Phys., 12, 1–87, https://doi.org/10.5194/acp-12-1-2012, 2012.

Gariazzo C., Papaleo V., Pelliccioni A., Calori G., Radice P., Tinarelli G. "Application of a Lagrangian particle model to assess the impact of harbour, industrial and urban activities on air quality in the Taranto area, Italy", Atmospheric Environment, 41, 30, September 2007, Pages 6432-6444.

Huber, A.H. (1977) "Incorporating building/terrain wake effects on stack effluents", Preprint volume for the Joint Conference on Applications of Air Pollution Meteorology, American Meteorological Society, Boston, MA.

Huber, A.H., Snyder W.H. (1976) "Building wake effects on short stack effluents", Preprint volume for the Third Symposium on Atmospheric Diffusion and Air Quality, American Meteorological Society, Boston, MA.

Huber, A.H., Snyder W.H. (1982),"Wind tunnel investigation of the effects of a rectangular-shaped building on dispersion of effluents from short adjacent stacks", Atmospheric Environnment, 17, 2837-2848.

Liu D.H.F. and Liptak B.G. (1997) "Environmental Engineers' Handbook", Second Edition CRC-Press, 1997.

Moussiopoulos N., Flassak T., Knittel G. (1988) " A refined diagnostic wind model" Environmental Software, 3(2), 85-94.

Nordvik J.P. Brusasca G. "Applicazioni modellistiche a scala locale e regionale inserite nel progetto SIMAGE per sistemi di controllo della qualità dell'aria in tempo reale" in "I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria: normativa, strumenti, applicazioni" - CTN-ACE Ob Specifico 09.02: Elaborazione di linee guida per la selezione e l'uso dei modelli Tk 09.02.03a: Linee guida per la scelta e l'uso dei modelli Rapporto 2004, 40-42.

Pacitti, M. P. Mensio, G. Brusasca, G. Tinarelli, G. Genon, F. Marchese, G. Nobile, G. Malvasi: "Global evaluation of the activity of toxic and hazardous waste landfills using monitoring and modeling integrated system". Proc. of 5th International Conference "Air Pollution 1997", 16-18 September, Bologna, Italy. Air Pollution V, modelling, monitoring and management, 517-526, Computational Mechanics Publications.

Pession G., Zublena M., Agnesod G., Brusisca G., Calori G., Nanni A., Finardi S., Silibello C., Tinarelli G. (2005) "Use of 3D atmospheric dispersion modelling for air quality management in a very complex terrain alpine region (Valle d'Aosta)" 10th Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes, Sissi (Creete) 17-21 October 2005.

Pielke R.A., Cotton W.R., Walko R.L., Tremback C.J., Lyons W.A., Grasso L.D., Nicholls M.E., Moran M.D., Wesley D.A., Lee T.J. and Copeland J.H. (1992) A Comprehensive Meteorological Modeling System – RAMS. Meteorol. Atmos. Phys., 49, 69-91.

Seinfeld J. H., Pandis N. S. (1998) Atmospheric Chemistry and Physics, John Wiley and Sons, Inc.

Silibello C. (2006) "SURFPRO (SURrface-atmosphere interFace PROcessor) User's guide", Rapporto ARIANET R2006.06.

Silibello, C., Bolignano, A., Sozzi, R., Gariazzo, C. (2014) Application of a chemical transport model and optimized data assimilation methods to improve air quality assessment. Air Quality, Atmosphere & Health, 7, 3, 283-296.

Silibello, C., Carlino, G., Stafoggia, M. et al.: Spatial-temporal prediction of ambient nitrogen dioxide and ozone levels over Italy using a Random Forest model for population exposure assessment. Air Qual Atmos Health, 14, 817–829 (2021).

Stauffer D.R. and Seaman N.L. (1990), Use of Four-Dimensional Data Assimilation in a Limited-Area Mesoscale Model. Part I: Experiments with Synoptic-Scale Data. Monthly Weather Review, American Meteorological Society.

Thomson D.J. (1984) "Random walk modelling of diffusion in inhomogeneous turbulence", Q. J. R. Meteorol. Soc. 110, 1107-1120.

Thomson D.J. (1987) "Criteria for the selection of stochastic models of particle trajectories in turbulent flows". J. Fluid Mech., 180, 529-556.

Tinarelli G., Anfossi D., Brusasca G., Ferrero E., Giostra U., Morselli M.G., Moussafir J., Tampieri F., Trombetti F., (1994) "Lagrangian particle simulation of tracer dispersion in the lee of a schematic two-dimensional hill", Journal of Applied Meteorology, 33, N. 6, 744-756.

Tinarelli G., D.Anfossi, M. Bider, E.Ferrero, S. Trini Castelli (1999): "A new high performance version of the Lagrangian particle dispersion model SPRAY, some case studies". Air Pollution Modelling and its Applications XIII, S.E. Gryning and E. Batchvarova eds., Kluwer Academic / Plenum Press, New York, 499-507.

Tinarelli G. (2019): SPRAY 3.1.15, General description and User's Guide, Rapporto ARIANET R2013.27.

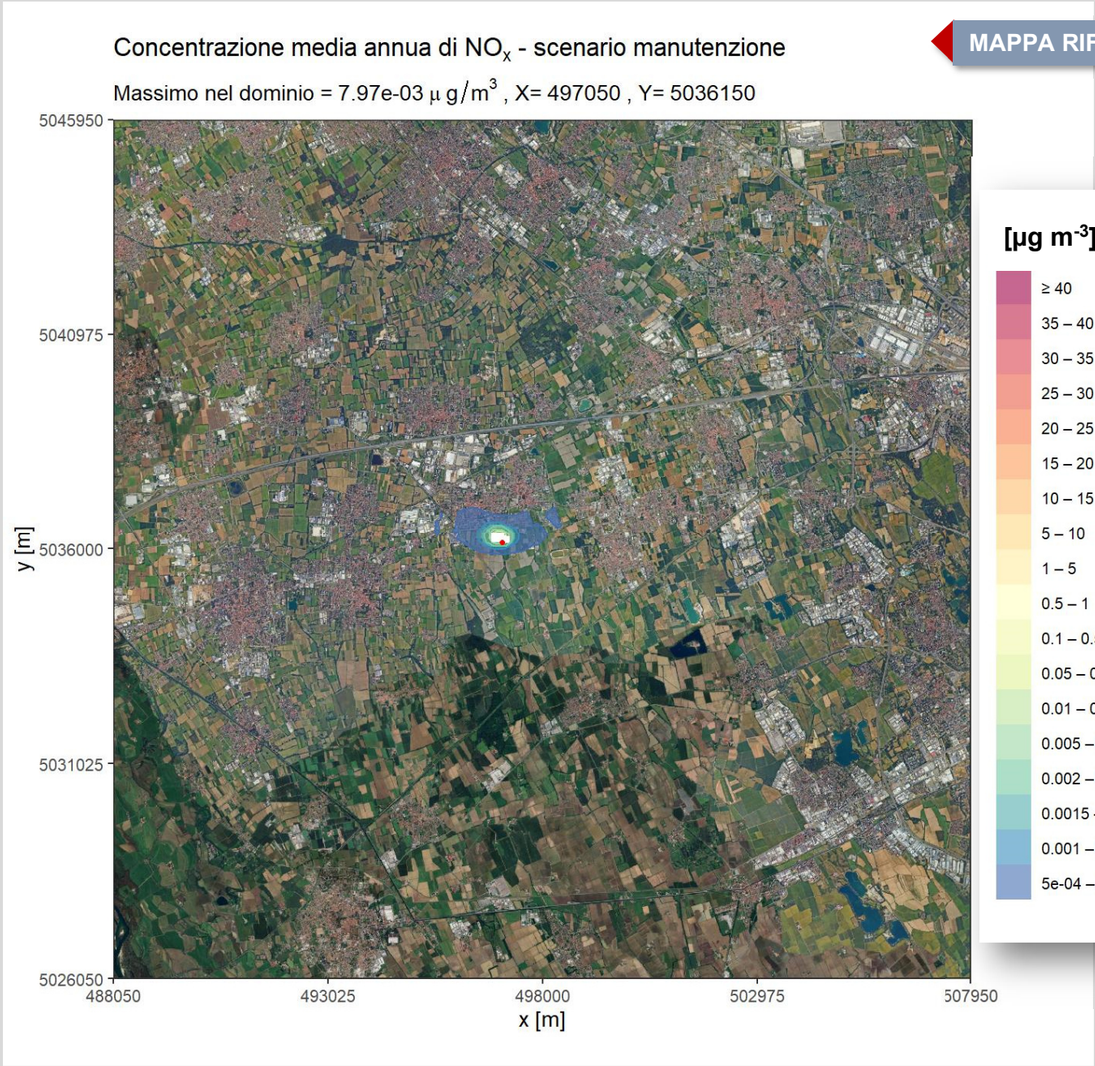
Venkatram A. (1980) Estimating the Monin-Obukhov length in the stable boundary layer for dispersion calculations, Boundary Layer Meteorology, 19, 481-485.

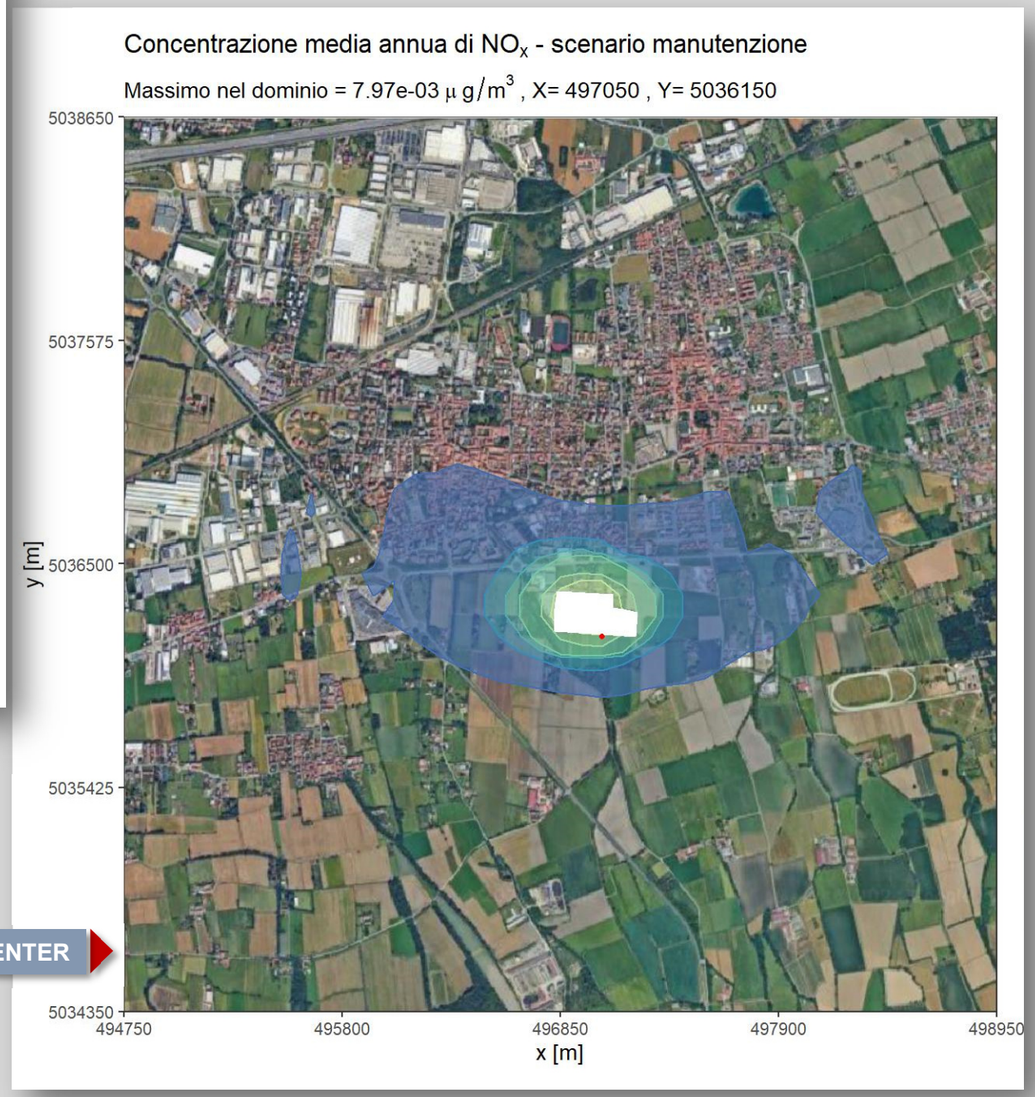
US-EPA (2005), "Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities".

Weil J.C., Brower R.P. (1980) Estimating convective boundary layer parameters for diffusion application, Martin Marietta Environmental Center, Columbia, MD, Report Number PPSP-MP-48, 37 pp.

4.2- A ALLEGATO CARTOGRAFICO

MAPPA RIFERITA ALL'INTERO DOMINIO DI CALCOLO

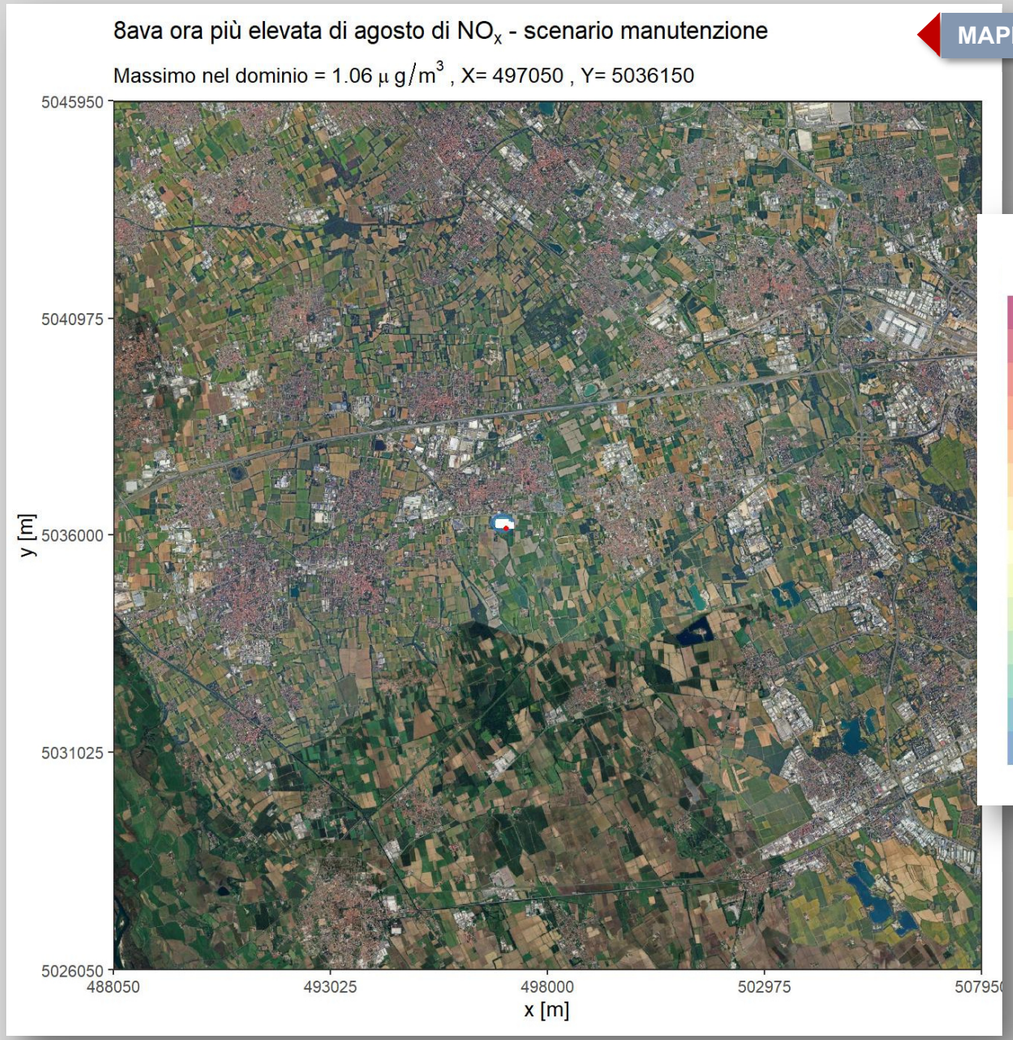


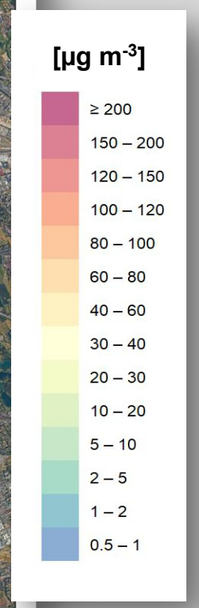


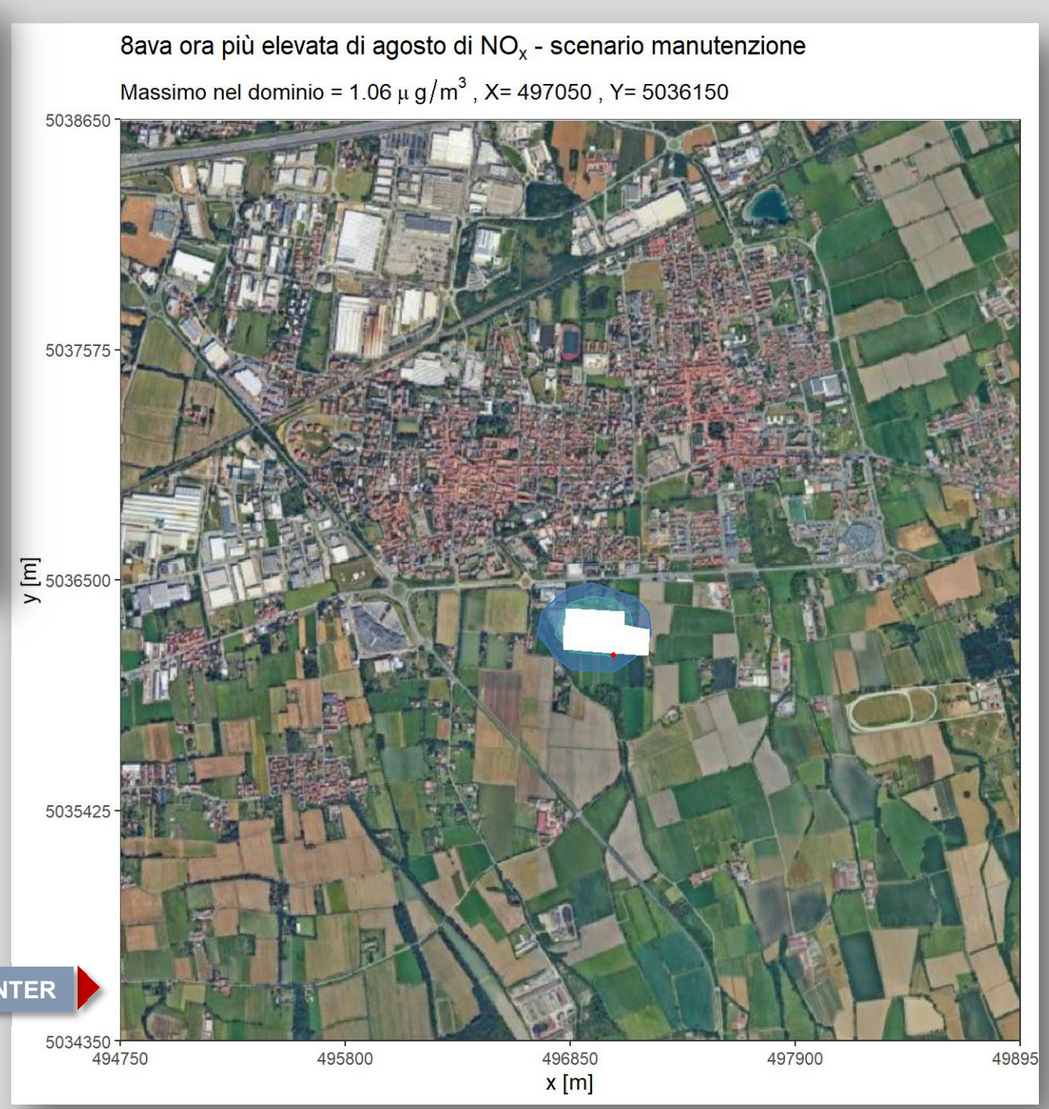
MAPPA DI DETTAGLIO RIFERITA ALL'AREA INTORNO AL DATA CENTER

TAVOLA 4.2/A INQUINANTE NOx – LIVELLI DI CONCENTRAZIONE MEDIA SU BASE ANNUA DETERMINATI DALLE ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE DEI GRUPPI ELETTROGENI

MAPPA RIFERITA ALL'INTERO DOMINIO DI CALCOLO



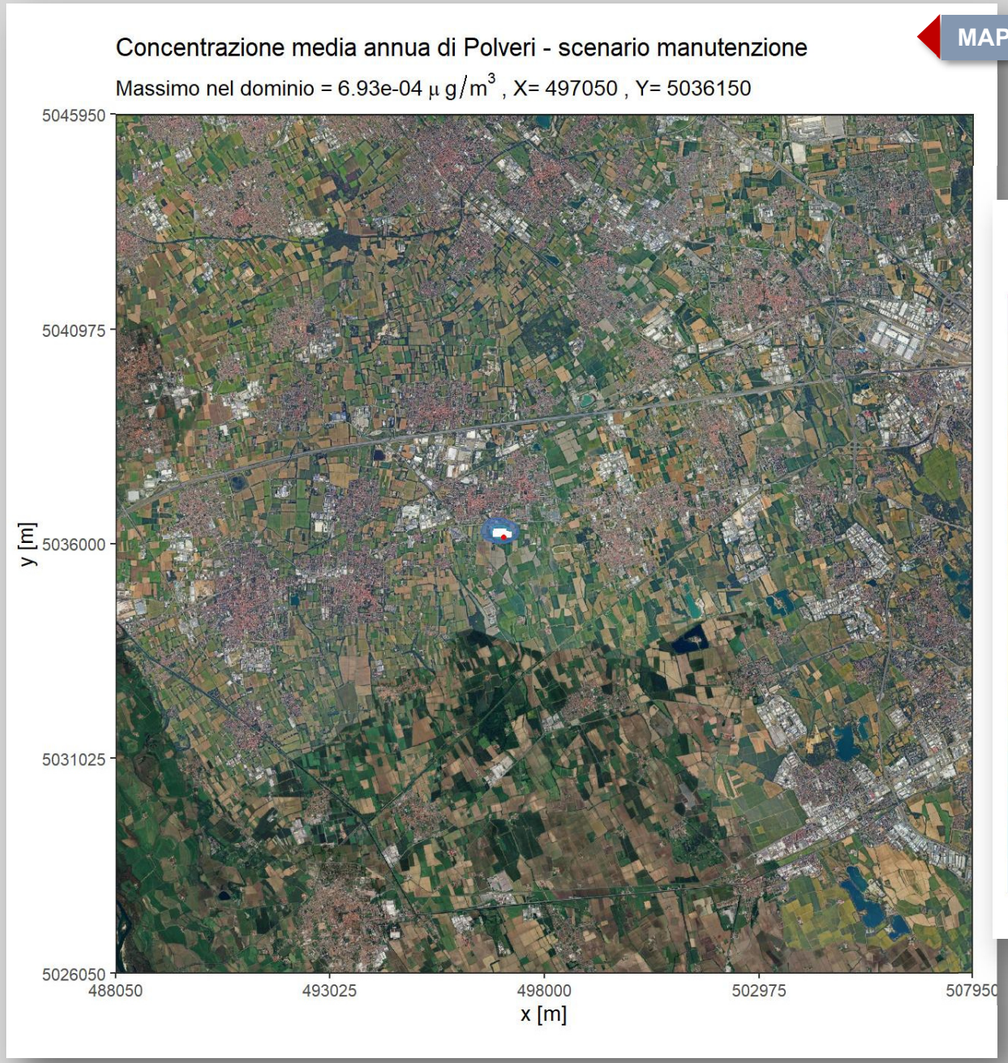


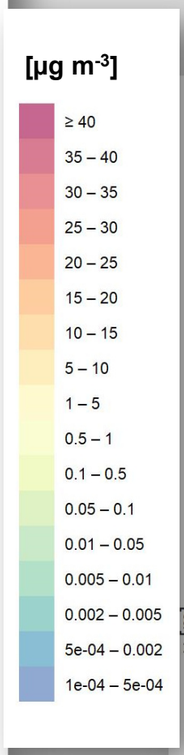


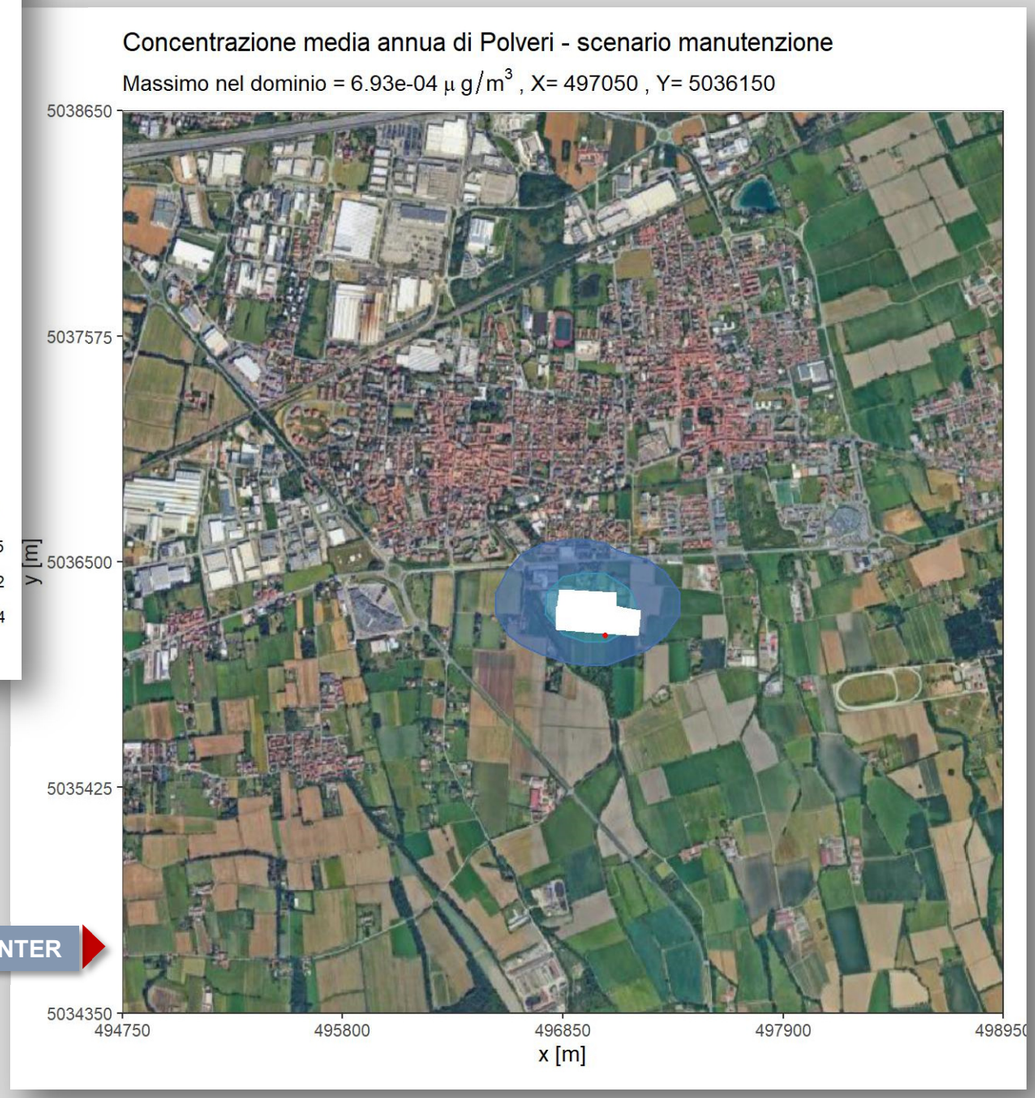
MAPPA DI DETTAGLIO RIFERITA ALL'AREA INTORNO AL DATA CENTER

TAVOLA 4.3/B INQUINANTE NOx – LIVELLI DI CONCENTRAZIONE SUPERATI NON PIÙ DI 18 ORE/ANNO DETERMINATI DALLE ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE DEI GRUPPI ELETTROGENI

MAPPA RIFERITA ALL'INTERO DOMINIO DI CALCOLO



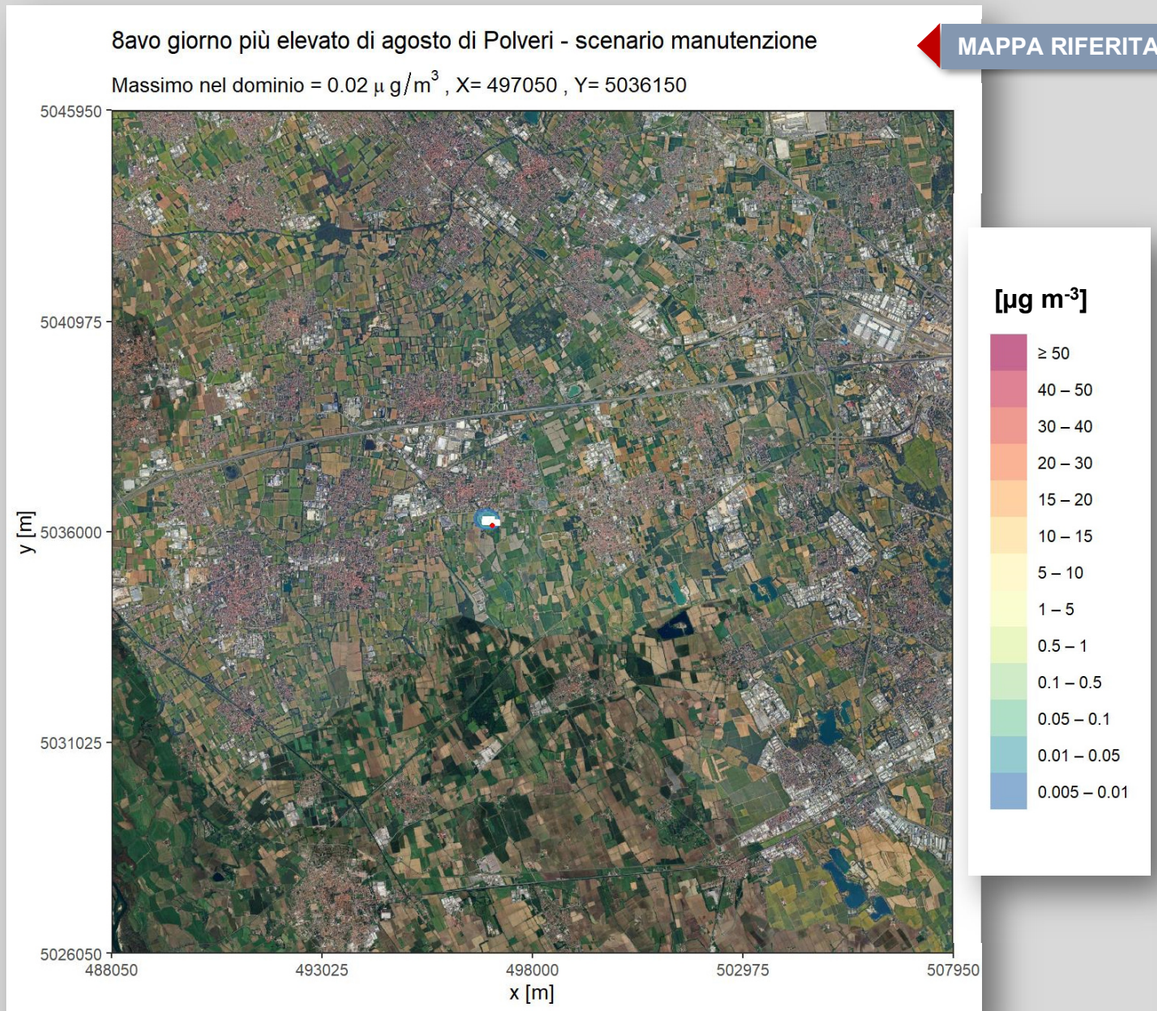




MAPPA DI DETTAGLIO RIFERITA ALL'AREA INTORNO AL DATA CENTER

TAVOLA 4.3/C INQUINANTE PM10/PM2.5 – LIVELLI DI CONCENTRAZIONE MEDIA SU BASE ANNUA DETERMINATI DALLE ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE DEI GRUPPI ELETTROGENI

MAPPA RIFERITA ALL'INTERO DOMINIO DI CALCOLO



MAPPA DI DETTAGLIO RIFERITA ALL'AREA INTORNO AL DATA CENTER

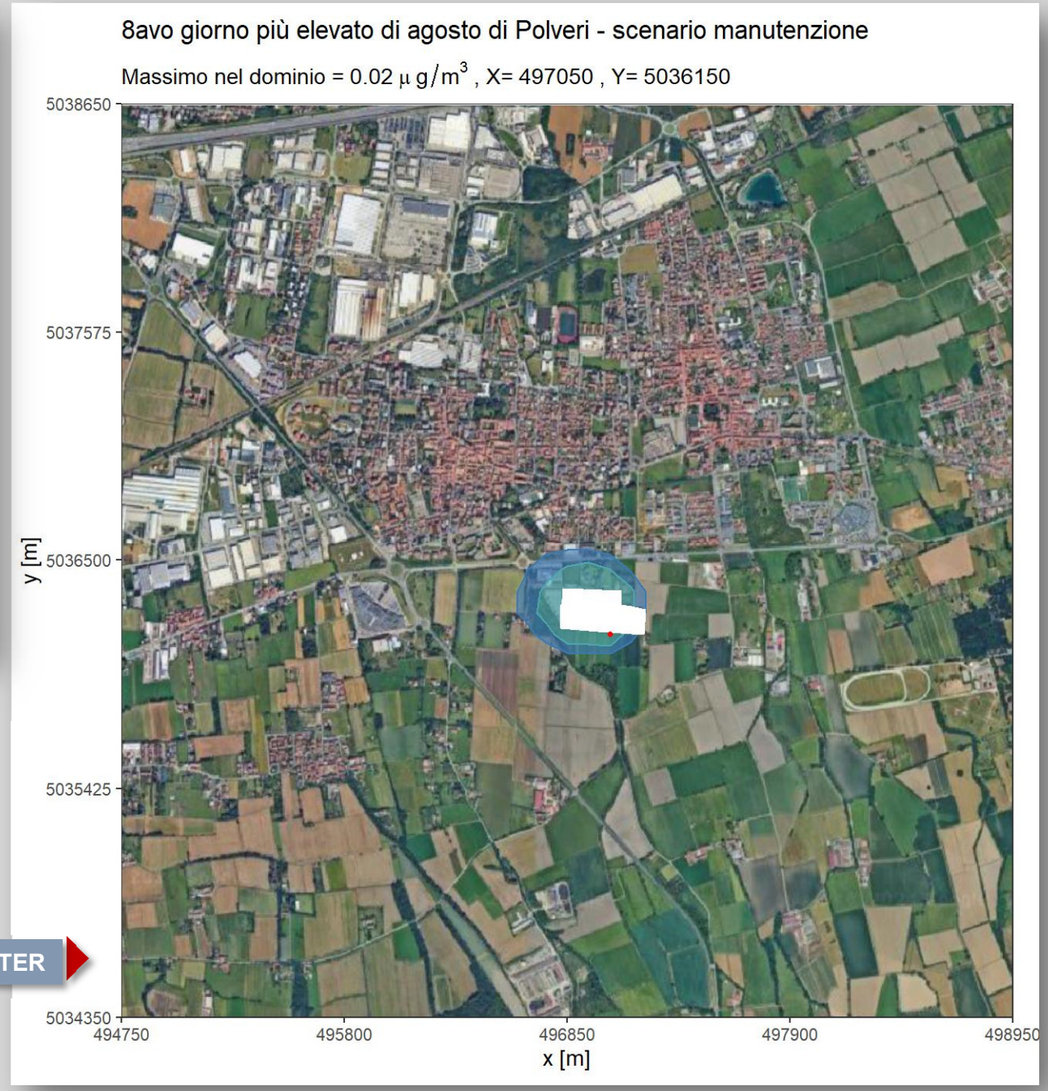
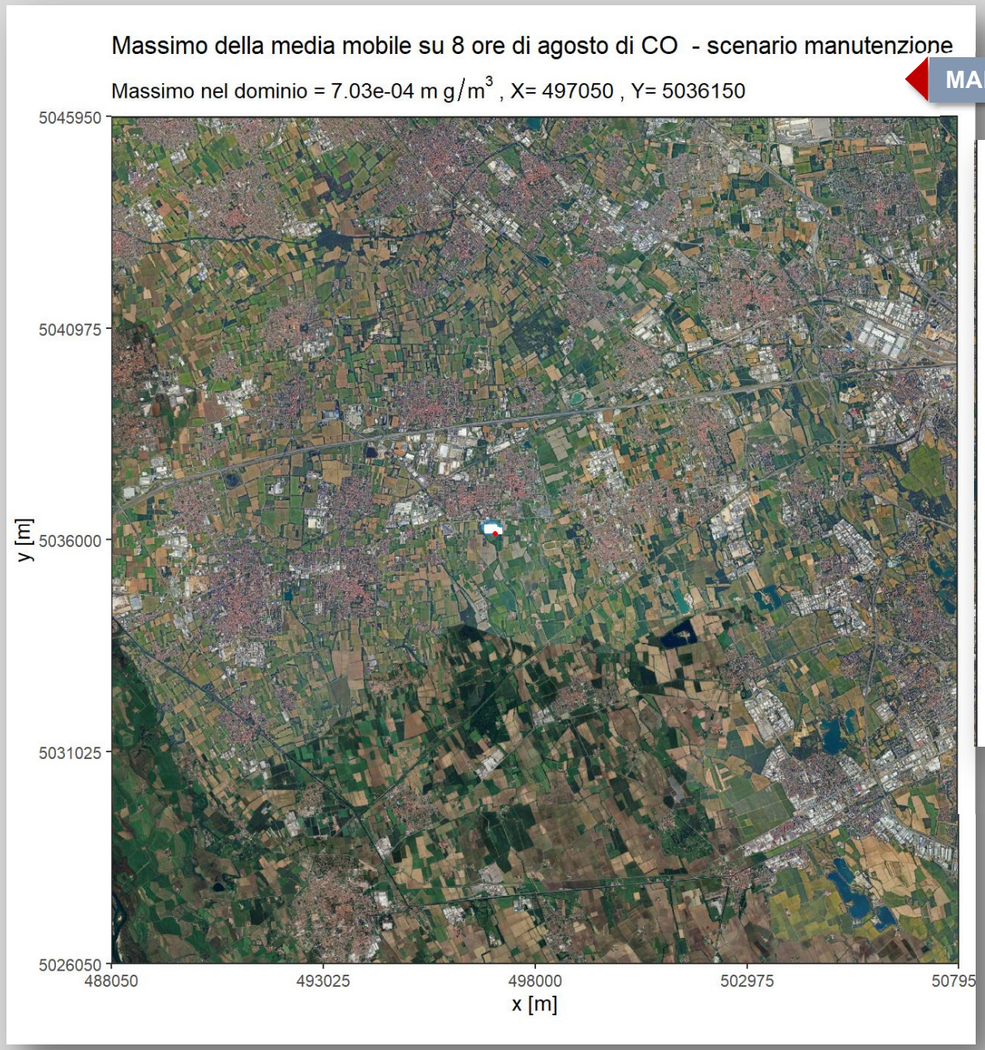
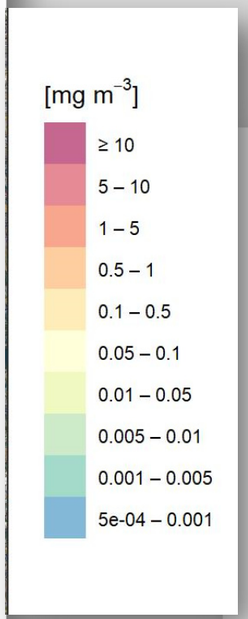


TAVOLA 4.3/D INQUINANTE PM10/PM2.5 – LIVELLI DI CONCENTRAZIONE GIORNALIERA MEDIA SUPERATI NON PIÙ DI 35 GIORNI/ANNO DETERMINATI DALLE ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE DEI GRUPPI ELETTROGENI

MAPPA RIFERITA ALL'INTERO DOMINIO DI CALCOLO





MAPPA DI DETTAGLIO RIFERITA ALL'AREA INTORNO AL DATA CENTER

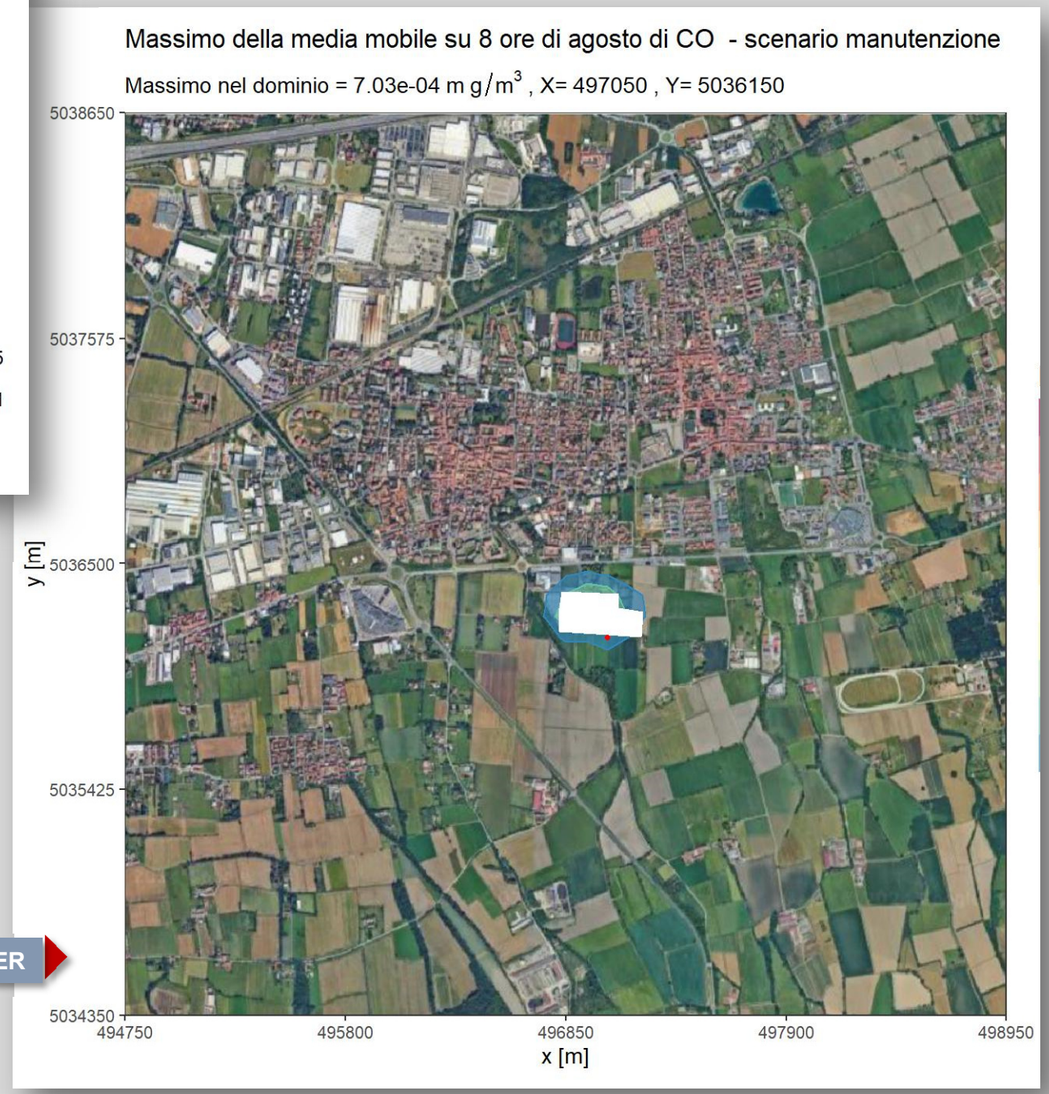
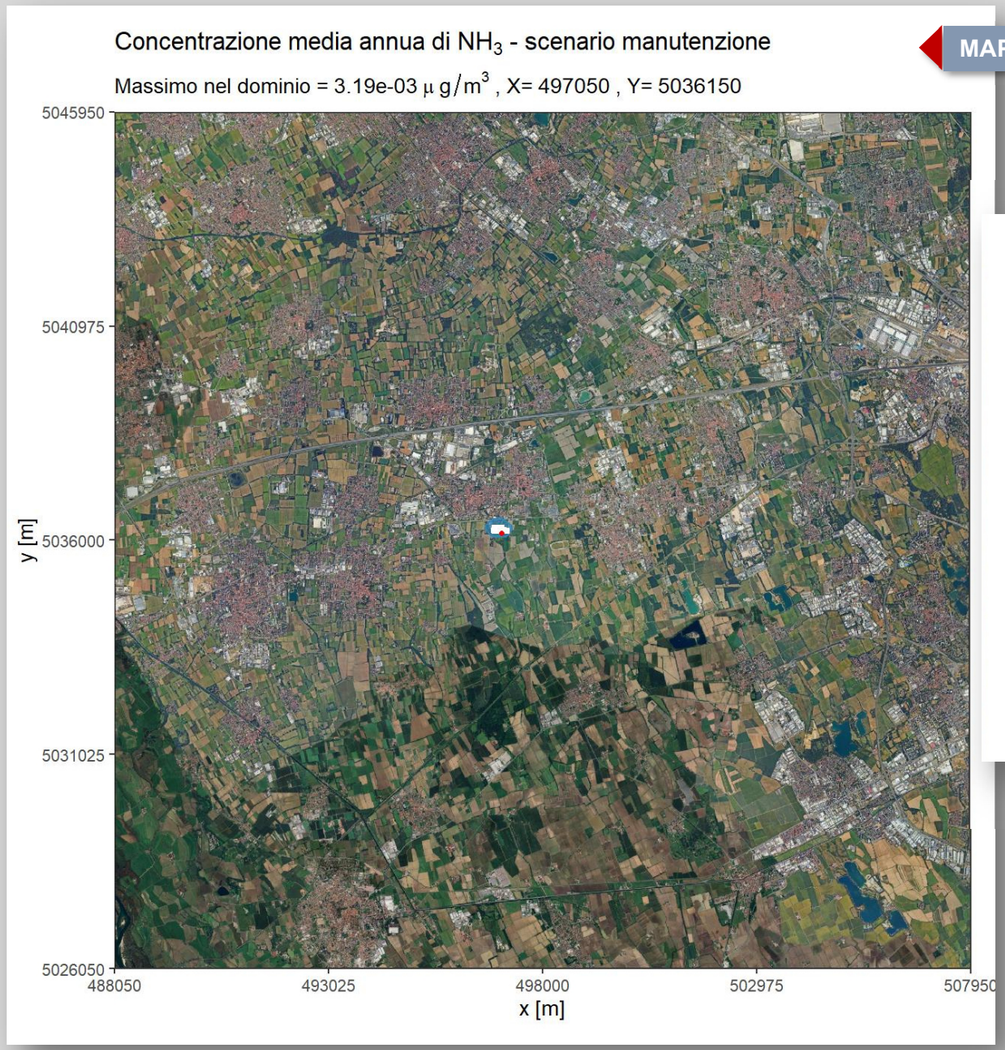
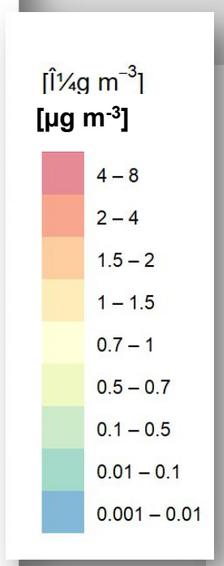
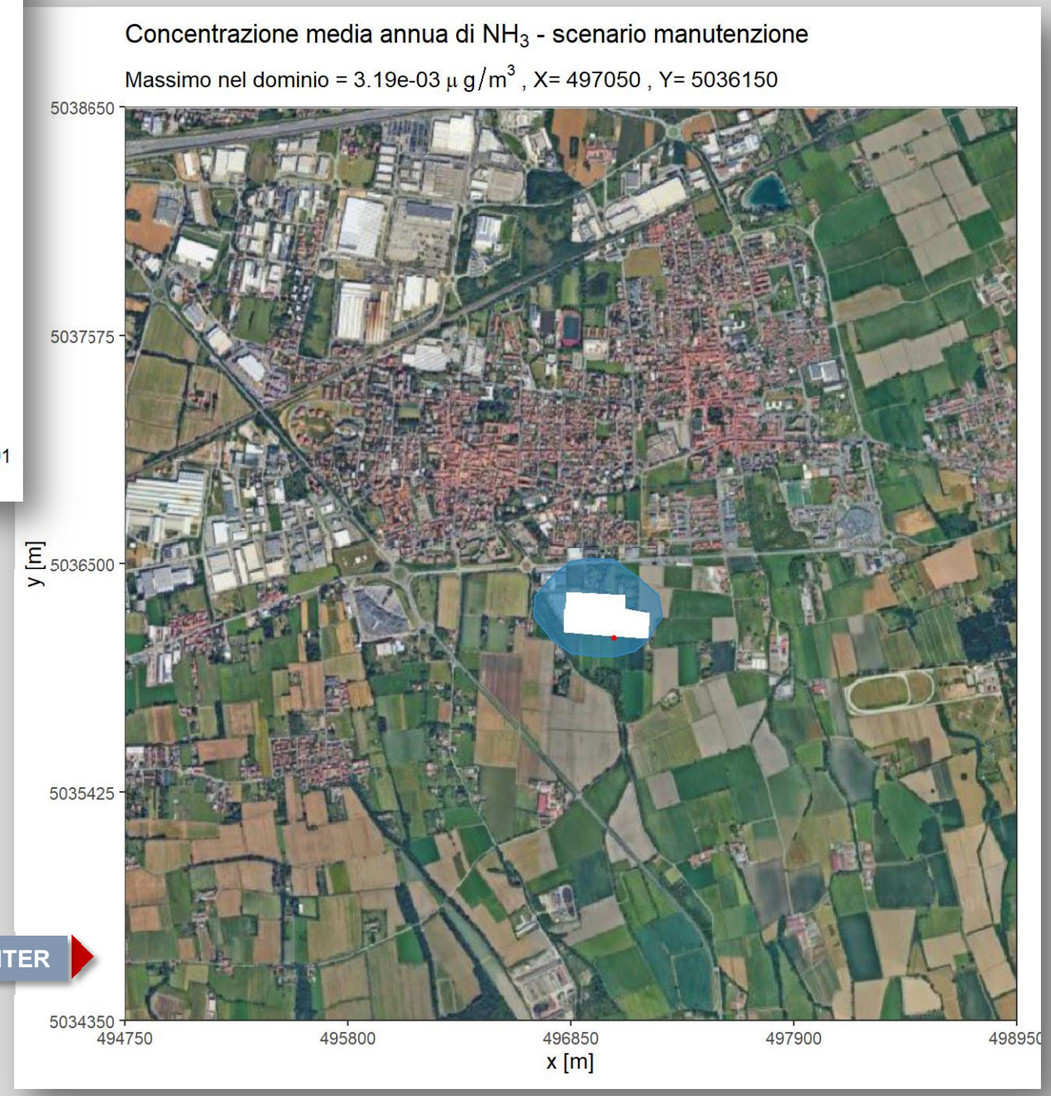


TAVOLA 4.3/E INQUINANTE CO – LIVELLI DI CONCENTRAZIONE MASSIMI DELLA MEDIA MOBILE SU 8 ORE DETERMINATI DALLE ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE DEI GRUPPI ELETTROGENI

MAPPA RIFERITA ALL'INTERO DOMINIO DI CALCOLO



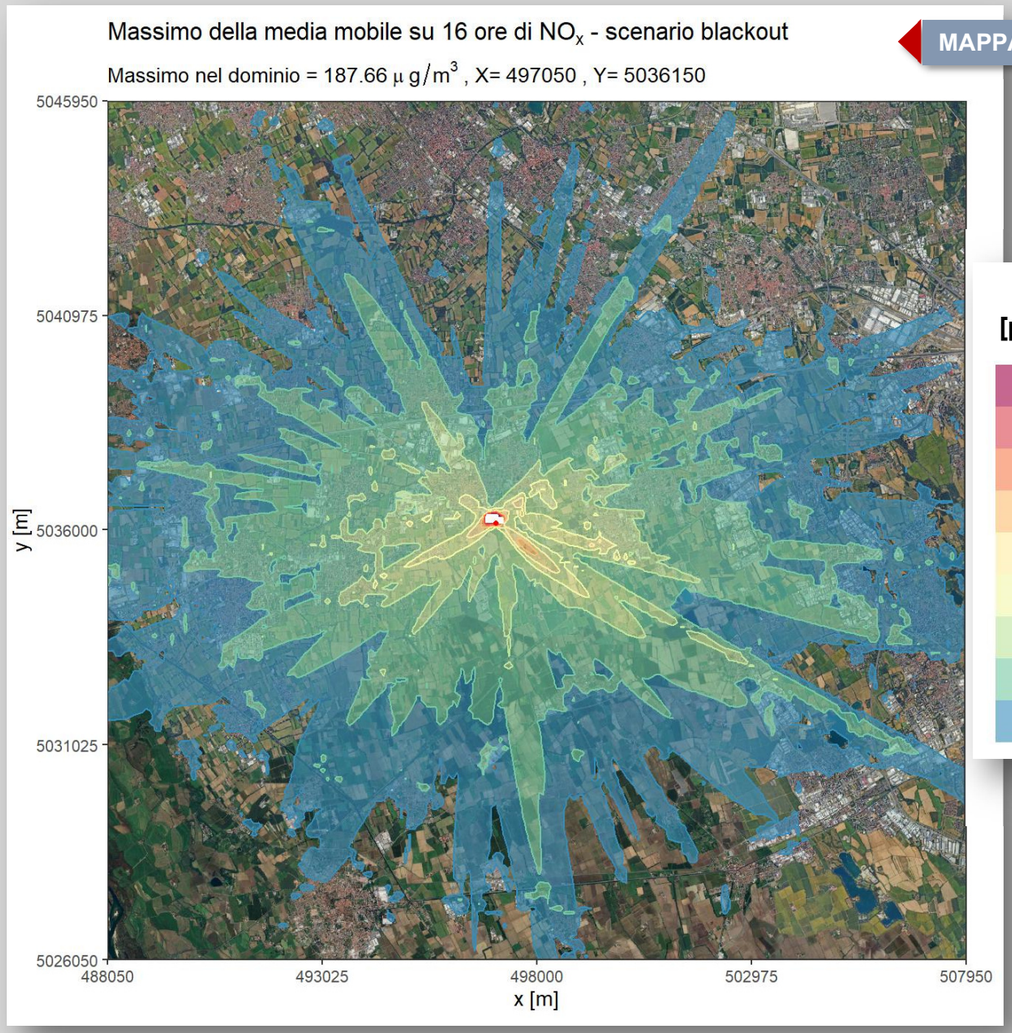




MAPPA DI DETTAGLIO RIFERITA ALL'AREA INTORNO AL DATA CENTER

TAVOLA 4.3/F INQUINANTE NH3 – LIVELLI DI CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA DETERMINATI DALLE ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE DEI GRUPPI ELETTROGENI

MAPPA RIFERITA ALL'INTERO DOMINIO DI CALCOLO



MAPPA DI DETTAGLIO RIFERITA ALL'AREA INTORNO AL DATA CENTER

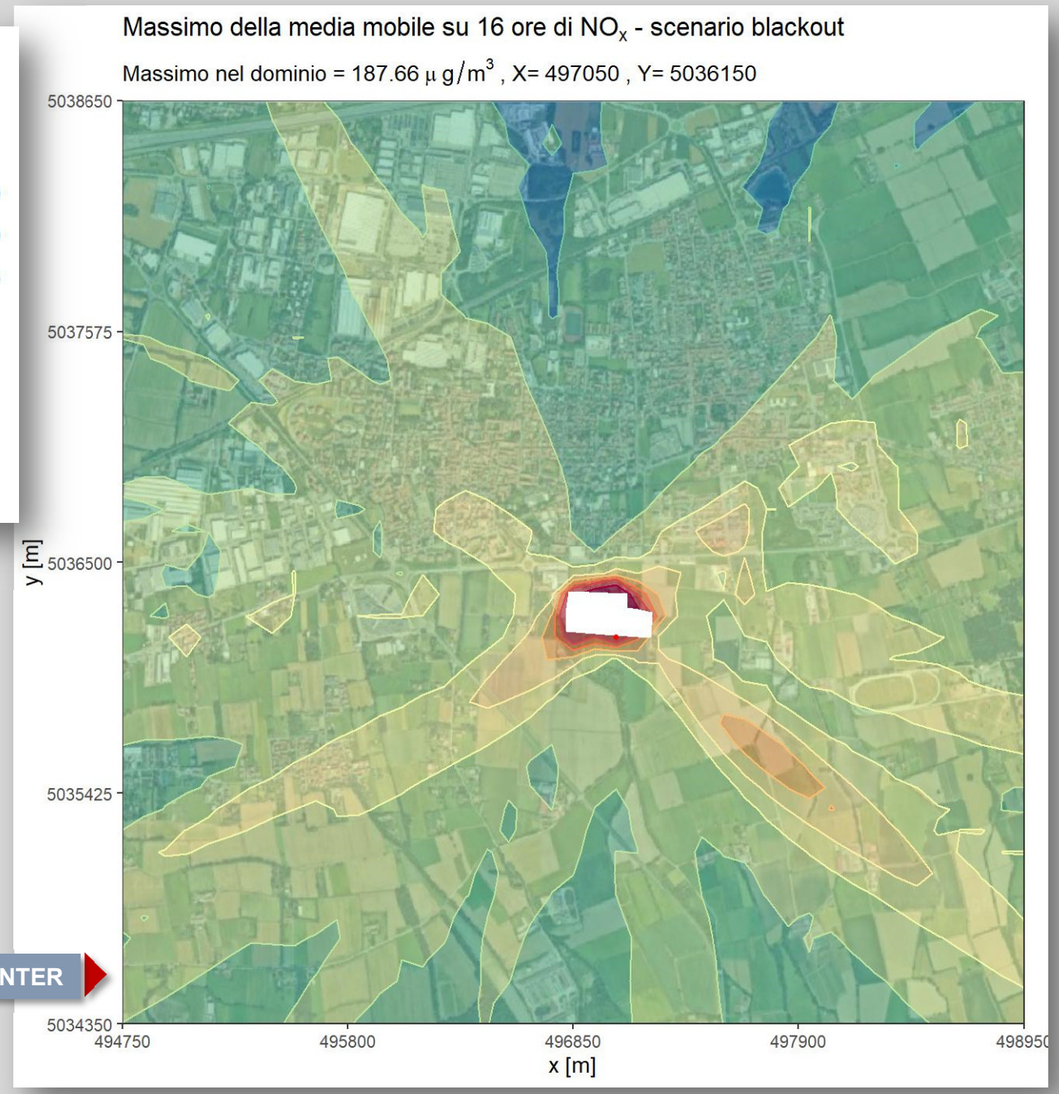
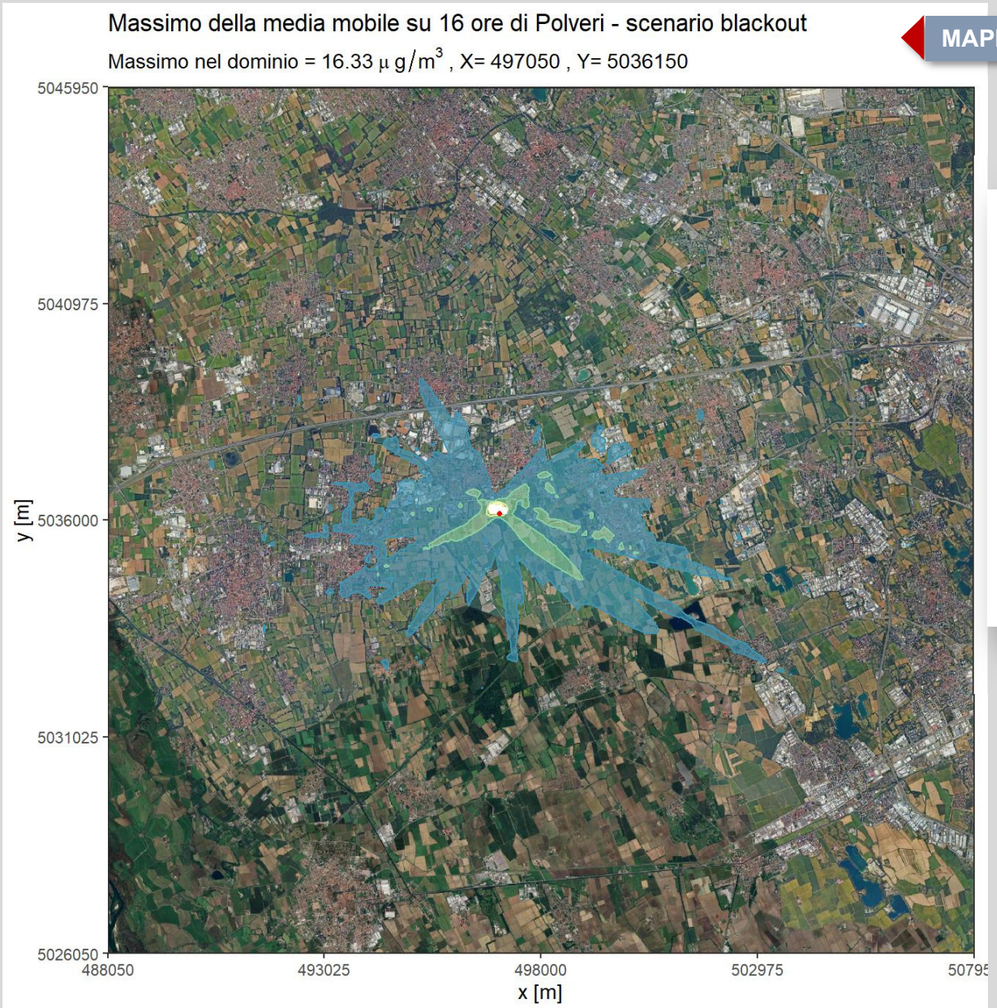


TAVOLA 4.3/G INQUINANTE NOx – LIVELLI DI CONCENTRAZIONE MASSIMI DELLA MEDIA MOBILE SU 16 ORE DETERMINATI DALLE EMISSIONI IN ATMOSFERA DEI GRUPPI ELETTROGENI ATTIVI IN CASO DI BLACKOUT

MAPPA RIFERITA ALL'INTERO DOMINIO DI CALCOLO



MAPPA DI DETTAGLIO RIFERITA ALL'AREA INTORNO AL DATA CENTER

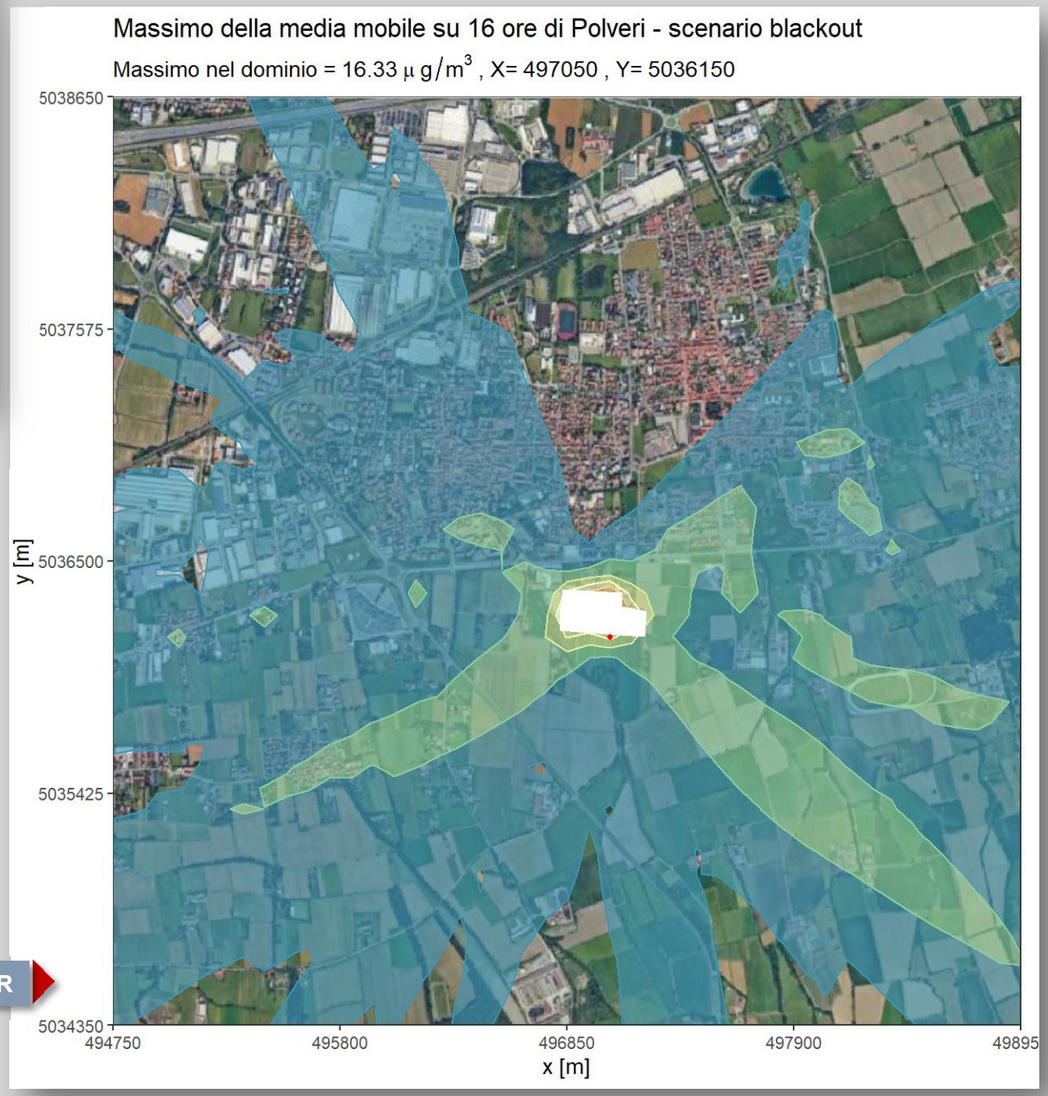
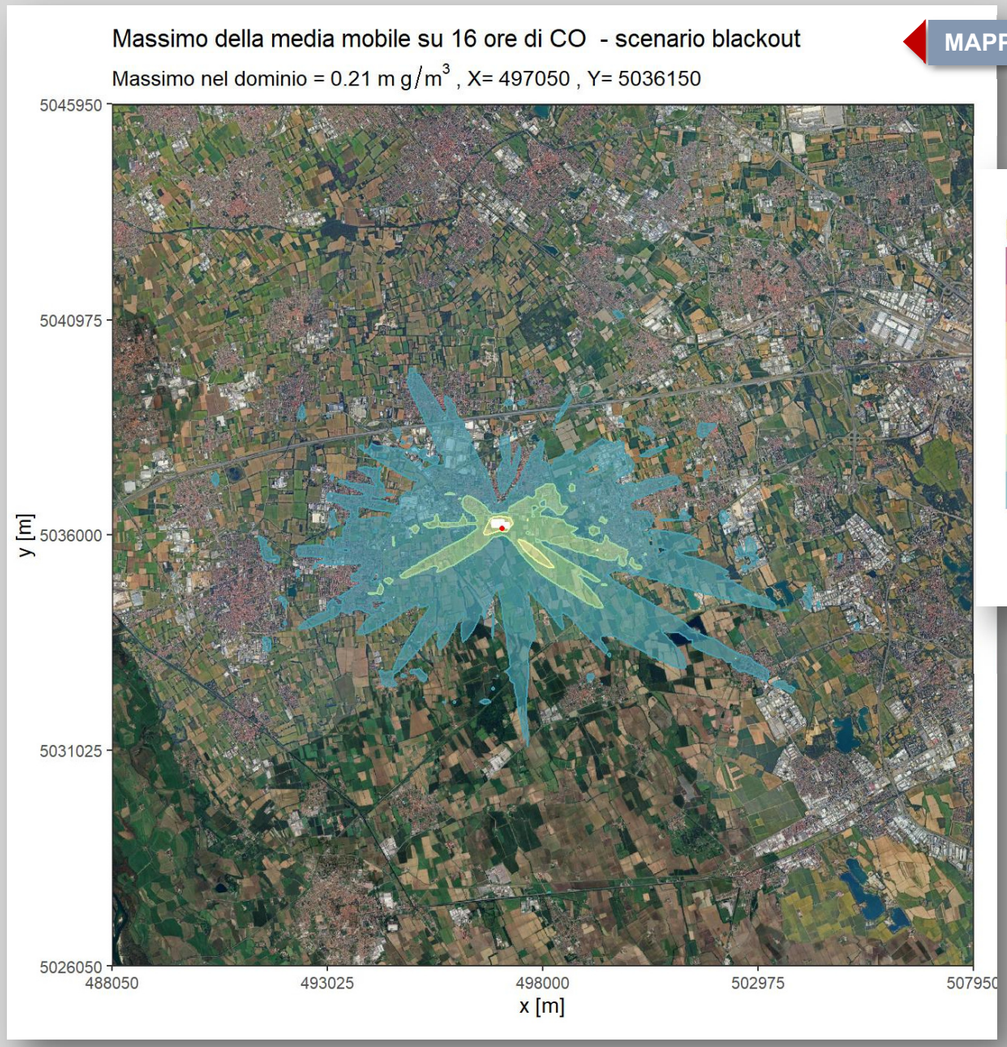


TAVOLA 4.3/H INQUINANTE PM10/PM2.5 – LIVELLI DI CONCENTRAZIONE MASSIMI DELLA MEDIA MOBILE SU 16 ORE DETERMINATI DALLE EMISSIONI IN ATMOSFERA DEI GRUPPI ELETTROGENI ATTIVI IN CASO DI BLACKOUT

MAPPA RIFERITA ALL'INTERO DOMINIO DI CALCOLO



MAPPA DI DETTAGLIO RIFERITA ALL'AREA INTORNO AL DATA CENTER

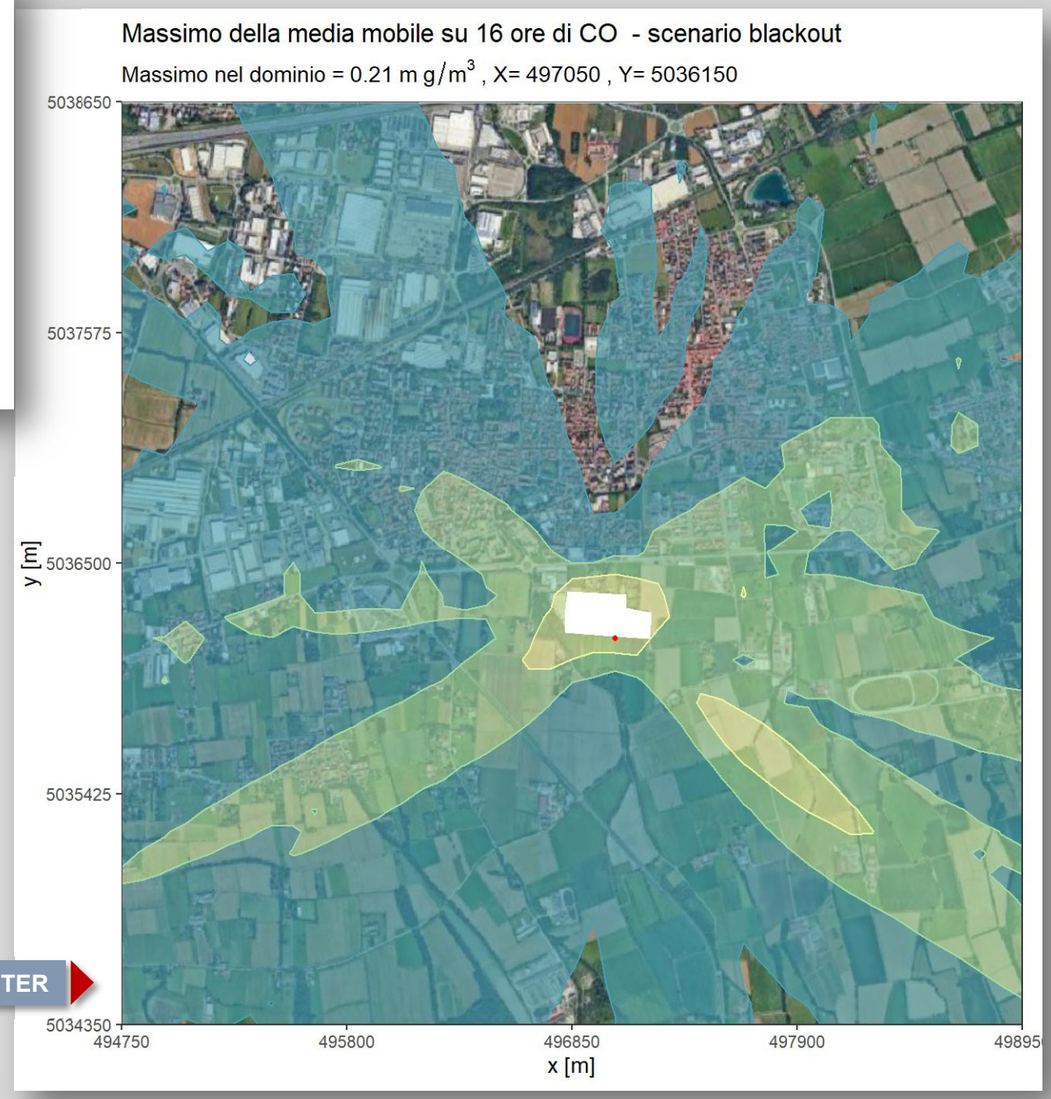
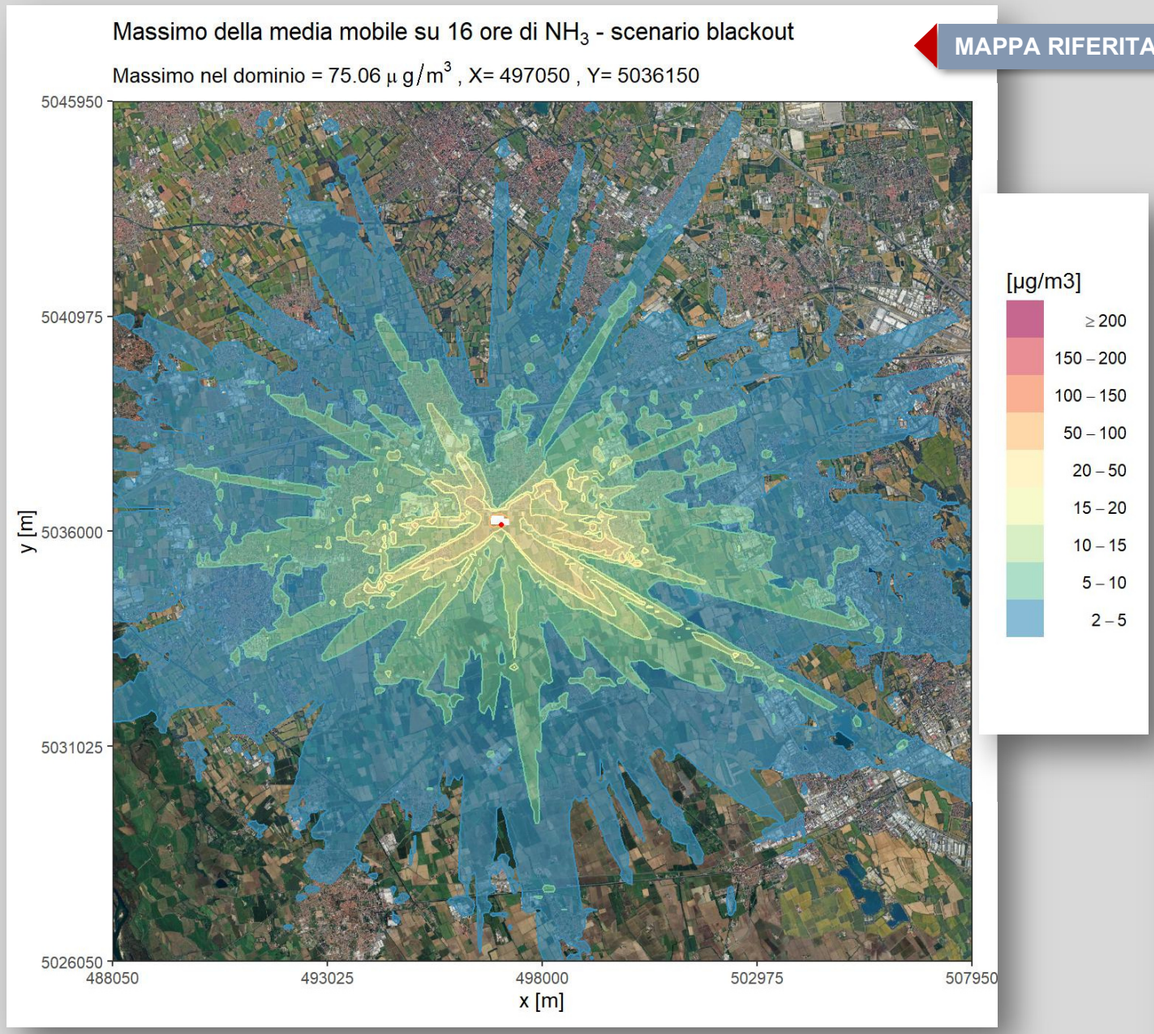


TAVOLA 4.3/I INQUINANTE CO – LIVELLI DI CONCENTRAZIONE MASSIMI DELLA MEDIA MOBILE SU 16 ORE DETERMINATI DALLE EMISSIONI IN ATMOSFERA DEI GRUPPI ELETTROGENI ATTIVI IN CASO DI BLACKOUT

MAPPA RIFERITA ALL'INTERO DOMINIO DI CALCOLO



MAPPA DI DETTAGLIO RIFERITA ALL'AREA INTORNO AL DATA CENTER

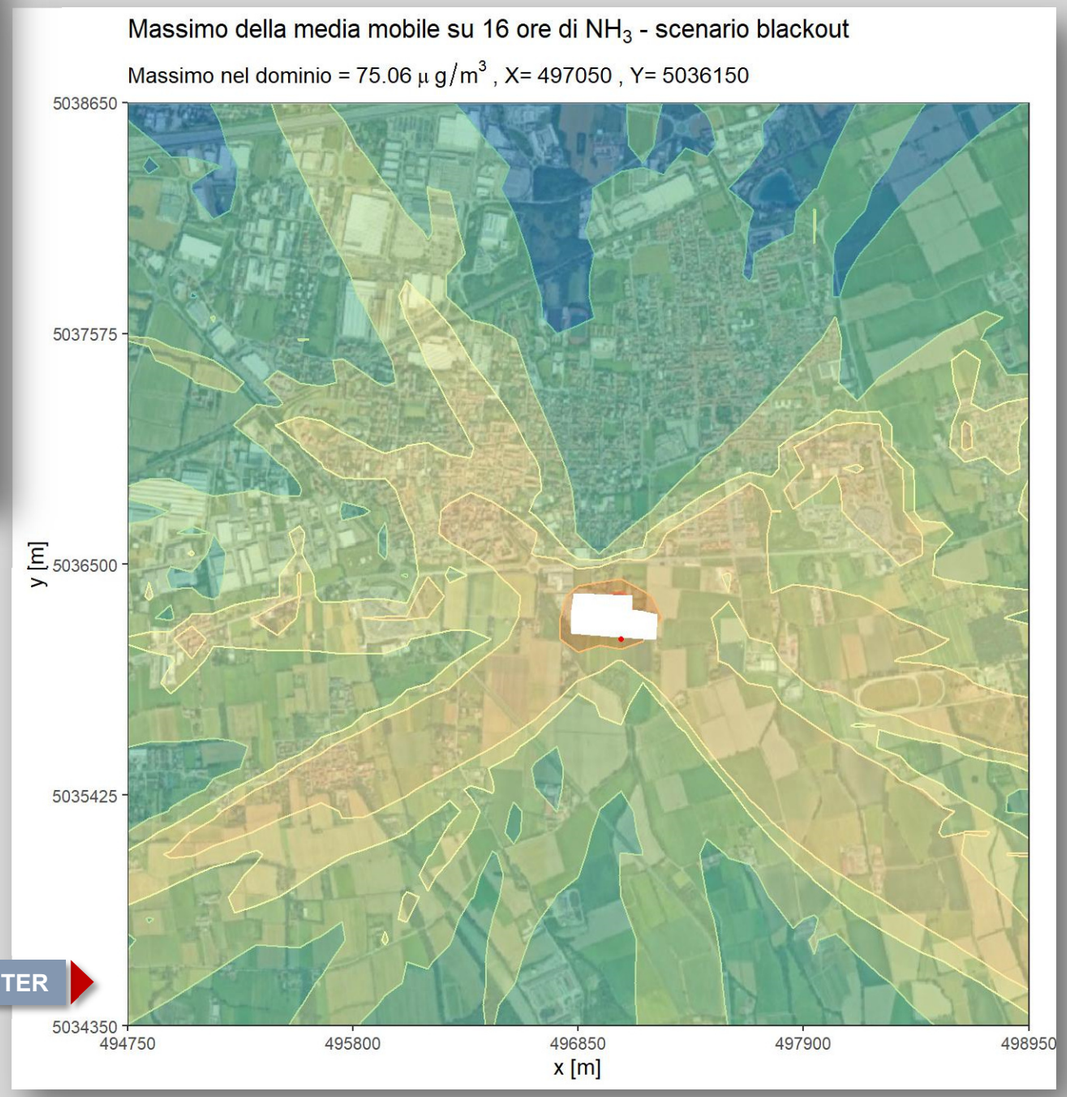


TAVOLA 4.3/I INQUINANTE NH3 – LIVELLI DI CONCENTRAZIONE MASSIMI DELLA MEDIA MOBILE SU 16 ORE DETERMINATI DALLE EMISSIONI IN ATMOSFERA DEI GRUPPI ELETTROGENI ATTIVI IN CASO DI BLACKOUT